

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PROTECCION

AGRICOLA Y FORESTAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Cría masiva y liberación de parasitoides de *Plutella xylostella* L, y su manejo a través de *Bacillus thuringiensis* en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) en tres épocas de siembra.

AUTOR

Br. Jossué Brenes Blanco.

ASESOR

Ing. M.Sc. Freddy Miranda Ortiz.

Noviembre del 2000.

Managua, Nicaragua.

Dedicatoria

Especialmente a Dios, por guiarme durante toda mi vida.

Dedico con mucho cariño a Ing. Freddy Miranda Ortiz y a Blanca Blanco, por todo su apoyo y confianza.

Dedico este trabajo que elabore con mucho esfuerzo a mi madre y padre: Martha Blanco y José Brenes.

A mis Hermanos: Krísna, Massiel, Madhí, Patrícia, Odalís y Jomar.

A Antonía Calderón, por su cariño y apoyo.

Agradecimiento

A mi amigo, asesor Ing. M.Sc. Freddy Miranda Ortiz por dedicar su tiempo y conocimientos desde el inicio hasta el final de este trabajo, gracias por ser como un padre.

A mis amigos: Hellen Pérez,, Adolfo Guerrero, Miguel Blanco, Oswaldo Delgado, Sugey Mendoza y Kelvin Cerda por toda la ayuda que me han brindado.

A Ruth Calderón por su gran ayuda.

A los productores de la comunidad la Almaciguera especialmente, Salvador Cerrato Jirón y su esposa Blanca Lidia Zelaya.

A los responsables de el invernadero, Ramona Lemus y Mario Cerna por su apoyo.

A la Red Colaborativa para la Investigación y Desarrollo de Hortalizas de Centro América (REDCAHOR), por su apoyo financiero para la finalización de este trabajo.

Esta página es muy pequeña para expresar la gratitud hacia aquellas personas que me apoyaron y confiaron en mí de todo corazón gracias.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	li
CONTENIDO	lii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
Resumen	viii
I. INTRODUCCION.	1
II. OBJETIVOS.	3
III. REVISION BIBLIOGRAFICA.	4
3.1 Biología <i>Plutella xylostella</i> L.	4
3.2 Antecedentes de control biológico de <i>P. xylostella</i> en Centroamérica.	5
3.3 Biología de <i>Diadegma insulare</i> (Cresson).	6
3.4 Biología de <i>C. plutellae</i> (Kurdjomov).	7
3.5 Biología de <i>M. plutellae</i> (Muesebeck).	9
3.6 <i>Bacillus thuringiensis</i> .	9
IV. MATERIALES Y METODOS.	11
4.1 Ubicación de la investigación.	11
4.2 Proceso de cría masiva de los parasitoides y su hospedero.	11
4.3 Establecimiento y manejo de cultivos.	15
4.4 Liberación de parasitoides.	17
4.5 Variables y análisis de los datos.	18
V. RESULTADOS.	22
5.1 Resultado d la cría masiva de los parasitoides <i>D. insulare</i> , <i>C. plutellae</i> y <i>M. plutellae</i> en laboratorios de la UNA en el periodo de Agosto de 1997 - Octubre de 1999.	22

5.2	Ciclos biológicos de los parasitoides <i>D. insulare</i> , <i>C. plutellae</i> , <i>M. plutellae</i> y su hospedero <i>P. xylostella</i> .	25
5.3	Estadísticas de mortalidad de los parasitoides a nivel de laboratorio.	27
5.4	Incidencia de larvas de <i>P. xylostella</i> , bajo el efecto del insecticida microbiológico Dipel (<i>B. thuringiensis</i>) y resultados del liberaciones de <i>C. plutellae</i> y <i>M. plutellae</i> en el cultivo de repollo.	29
VI.	CONCLUSIONES.	33
VII.	RECOMENDACIONES.	34
VIII.	BIBLIOGRAFIA.	35
IX.	ANEXO	42

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Características de adultos de <i>D. insulare</i> según Cave, R. (1999).	7
2. Nombres de productos comerciales que contiene como ingrediente activo a B.t. (Cave 1995).	9
3. Interpretación de elementos de los cuadros estadísticos de esperanza de vida.	20
4. Porcentaje de parasitismo registrado de los parasitoides <i>D. insulare</i> , <i>C. plutellae</i> y <i>M. plutellae</i> en condiciones de laboratorio (MIP/HORTALIZAS).	22
5. Ciclos biológicos de los parasitoides <i>D. insulare</i> , <i>C. plutellae</i> , <i>M. plutellae</i> y su hospedero <i>P. xylostella</i> en laboratorio UNA 1999, comparándolos con resultados obtenidos en AVRDC, por TaleKar & Mei-Ying Lin en 1998.	25

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Descripción de tapa de cámara de oviposición.	12
2. Cámara de oviposición de <i>P. xylostella</i>	14
3. Tasas de sobrevivencia, mortalidad y expectativas de vida de tres parasitoides de <i>P. xylostella</i> en condiciones de laboratorio.	27
4. Incidencia de <i>P. xylostella</i> en promedios de 50 plantas y % de parasitismo de <i>D. insulare</i> , registrado en la época de primera y postrera.	29
5. Incidencia de <i>P. xylostella</i> en promedios de 50 plantas y % de parasitismo de <i>D. insulare</i> época de riego.	31

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Hoja de control del parasitoide	43
2. Hoja de control de temperatura (°C) y humedad Relativa (%) del laboratorio de Cría.	44
3. Bandejas de semillero y trasplante de repollo en invernadero.	45
4. Plantas de repollo en invernadero listas para los proceso de cría.	45
5. Jaulas utilizadas en el proceso de cría masiva de parasitoides y <i>Plutella xylostella</i> .	46
6. Jaula de parasitismo y planta de repollo infestada de larvas de <i>P. xylostella</i> al momento de ser retirada de la jaula de parasitismo.	46
7. Planta de repollo con pupas de <i>Cotesia plutellae</i> (pupas blanca) y pupas de <i>P. xylostella</i> listas para ser cosechadas.	47
8. Cosecha de pupas de <i>Microplitis plutellae</i> en el laboratorio, al momento de la etapa de pupa.	47
9. Realización de liberaciones de parastoides de <i>C. plutellae</i> y <i>M. plutellae</i> en el cultivo de repollo en época de riego.	48
10. Pupas de <i>M. plutellae</i> en cámara de liberación el cultivo de repollo en época de riego.	48
11. Productores recibiendo capacitación sobre reconocimiento de enemigos naturales y resultados de las investigaciones realizadas en la comunidad.	49
12. Cultivo de repollo tratado con <i>Bacillus thuriangiensis</i> .	49
13. Hembra de <i>D. insulare</i> (Cresson) y pupa del parasitoide dentro del capullo del hospedero.	50
14. Larva parasitoide <i>C. plutellae</i> emergiendo de su hospedero.	50
15. Adulto de <i>C. plutellae</i> Kurdj. (a) Macho, (b) Hembra, el ovipositor se observa claramente.	51
16. Pupa (a), Adulto(b) de <i>M. plutellae</i> y Pupa (c), adulto (d) de <i>C. plutellae</i> .	52
17. Etapas del ciclo de vida de <i>P. xylostella</i> : Huevo (a), Pupa (b), Larva (c) y adulto (d).	52

Resumen.

Esta investigación fue realizada en dos localidades, la cría masiva de tres parasitoides larvales (*Diadegma insulare*, *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae*) de *Plutella xylostella* L., se realizó en la Universidad Nacional Agraria donde se evaluó la metodología de cría masiva de tres parasitoides y *P. xylostella*, plaga de gran importancia en crucíferas, bajo condiciones de laboratorio y una etapa de campo fue realizada en el Departamento de Estelí, en el cultivo de repollo, donde se evaluó el uso de *Bacillus thuringiensis*, para el manejo de *P. xylostella*, en combinación con liberaciones de parasitoides *C. plutellae* y *M. plutellae*, siendo estos introducidos desde Taiwan.

Para la cría masiva de los parasitoides y *P. xylostella*, se sembró plantas de repollo en maceteras de arcilla dentro de un invernadero, las plantas fueron utilizadas cuando tenían entre 10 y 12 hojas verdaderas. Luego se ubicaron adultos de *P. xylostella* en cámaras de oviposición, donde adultos ovipositan en láminas de aluminio impregnadas de jugo de repollo, luego se colocaron aproximadamente entre 300-500 huevos en estas plantas, los que eclosionaron aproximadamente en dos o tres días después de inoculada la planta. Las larvas de *P. xylostella* fueron expuestas a los parasitoides cuando se encuentran en estado óptimo para ser parasitadas (instar 2 e instar 3), se introducen en una jaula con aproximadamente de 200 adultos, parasitoides, en donde permanecieron 48 horas las larvas en estado óptimo, después se retiraron y puestas en otra jaulas hasta que se presenta el estado de pupa. El manejo de *P. xylostella* en épocas de primera, postrera y riego, en el cultivo de repollo, fue realizado con el insecticida Microbiológico Dipel (*B. thuringiensis*), el criterio de aplicación fue la utilización de umbrales económicos en base a recuentos.

En condiciones de laboratorio donde fue conducida la cría masiva de los parasitoides, se alcanzaron porcentajes promedio de parasitismo de *D. insulare*, *M. plutellae* y *C. plutellae*, de 62.55%, 92.72% y 88.00% respectivamente, estos resultados muestran la efectividad de la metodología utilizada para la cría de los parasitoides y su hospedero, la cría de estos parasitoides puede ser utilizado en un programa de Manejo Integrado de Plagas para el control de *P. xylostella*. El ciclo de vida de *P. xylostella* en condiciones de laboratorio a temperatura promedio de 23.60 °C es de 19.75 días sin incluir la duración de su vida adulta. El ciclo de vida promedio de los parasitoides, *D. insulare*, *M. plutellae* y *C. plutellae*, fueron 31.35, 31.02 y 31.45, en días, a temperaturas promedio de 20-21, 21-22 y 24-26 °C.

La utilización de *B. thuringiensis* para el control de *P. xylostella*, fue efectivo y no afecta la actividad de los enemigos naturales y se registro % parasitismo promedios por *D. insulare* de 38.24%, 47.70% y 44.86% con máximos de 64.70%, 64% y 72.33% para la épocas de Primera, Postrera y Riego respectivamente, no se registro el establecimiento de los parasitoides.

I. INTRODUCCION.

El repollo (*Brassica oleraceae* vr. *capitata* L) es una de las hortalizas más antiguas de ser cultivada, es originaria de las regiones mediterráneas de Europa occidental y que llegó a América en las embarcaciones españolas en su traslado al nuevo mundo (MAGFOR, 1998). Durante los últimos años la producción de repollo se ha visto disminuida por el desarrollo de condiciones agroecológicas adversas para la producción de dicho cultivo, problemas como: la falta de insumos agropecuarios, problemas de crédito, adaptabilidad de variedades y deficiente manejo del cultivo en combinación de una creciente demanda fitosanitaria (Barahona et al 1989).

Uno de los principales problemas de cultivos de crucíferas lo representa Palomilla del Dorso de Diamante (*Plutella xylostella* L.), esta es una plaga cosmopolita y causa daños económicos en los cultivos de repollo, brócoli, rábano, coliflor y mostaza etc. Su control es objeto de múltiples estudios que van desde su biología y ecología hasta tácticas de manejo, su control se ha dificultado ya que la plaga posee un amplio rango de adaptación a diversos ambientes (10 -50 °C), tipo de alimentación críptica, cerocidad de la hoja, que hace menos eficiente la aspersión, alta prolificidad de la plaga, generaciones cortas, gran capacidad de desarrollar resistencia a los plaguicidas y alta capacidad migratoria, siendo una plaga clave en crucíferas en las zonas bajas y cálidas de Centroamérica (Trabanino, R. 1998).

En Nicaragua el control la *P. xylostella* se ha limitado al uso de productos químicos como única medida de control, llevando como consecuencia posibles resistencias, ya que las aplicaciones se realizan de manera calendarizada y sin uso de criterios económicos de esta manera elevando los costos de producción y registrando un promedio de aplicación de 10 -20 por ciclo (Miranda, 1989).

Lo anterior implica que los productores trabajan con grandes cantidades de plaguicidas sin contar con los equipos de protección y conocimientos acerca de los daños producidos por estos (Appel, 1990). Hruska et al (1997) realiza un estudio de resistencia de *P. xylostella* en el cultivo de repollo para productos de uso común en Nicaragua y determinó que esta plaga posee un alto nivel de resistencia que va de 5 hasta 49,780 FR (factor de resistencia) para productos de uso común para los productores de repollo.

Durante los últimos años la integración de alternativas de control de plagas mas seguras, para el medio ambiente han ocupado el interés de algunos sectores agrícolas, a pesar de estos, la creación de estas alternativas no ha tomado un vía de éxito plenamente, en el caso del cultivo de repollo se ha probado una diversidad de prácticas tales como; el uso de insecticidas botánicos, microbiológico, uso de parasitoides exóticos, uso de ferómonas y el manejo fitogenético.

En el caso del control microbiológico, los productos de mayor uso han sido los que poseen como ingrediente activo *Bacillus thuringiensis*, que se ha generalizado para el combate de plagas Lepidópteras principalmente, en este caso ya existen reportes de su efectividad, sin embargo existe un desarrollo de resistencia de *P. xylostella* a estos productos, lo cual no asegurar su uso por mucho tiempo.

La existencia de organismos benéficos en el cultivo de repollo debe ser considerada en toda decisión de manejo, procurando no perturbar demasiado sus poblaciones. Existen muchas especies de depredadores y parásitos que atacan a los insectos dañinos, contribuyendo a mantenerlos a niveles suficientemente bajos como para que no causen daño (CATIE, 1990).

En Europa la *P. xylostella* causa un menor daño, por lo que raras veces es necesario tomar medidas de control. Esto se debe al hecho de que en Europa existe una gran diversidad de insectos parásitos atacan las larvas y pupas de la palomilla, logrando mantener la población por debajo del nivel en que podría causar daños en las crucíferas, en los trópicos ninguno de estos parásitos se encuentra de forma natural (Miranda, F. et al 1999).

II. OBJETIVOS.

- Evaluar la cría masiva de los parasitoides larvales *Diadegma insulare*, *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae* de *Plutella xylostella* en condiciones de laboratorio.
- Determinar el ciclo biológico de *D. insulare*, *C. plutellae*, *M. plutellae* y *Plutella xylostella* en condiciones de laboratorio.
- Evaluar la incidencia de *P. xylostella* en el cultivo de repollo utilizando el insecticida microbiológico *B. thuringiensis*.
- Evaluación de las liberaciones y establecimiento de los parasitoides *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae* en combinación con *B. thuringiensis* para el control integrado de *P. xylostella*.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA.

3.1 Biología *Plutella xylostella* L.

Plutella xylostella (Linneo)

Orden: Lepidoptera; Fam: Plutellidae

Los huevos recién ovipositados, son de color verde aceituno claro, forma esférica, con una parte plana y tamaño aproximado 0.5 mm. A medida que el tiempo pasa, van cambiando de color a verde más intenso y antes de eclosionar a verde blancusco con un punto negro que es la cabeza de la futura larvita (De Paz, G. 1991).

El cuerpo de la larva es verde, la cabeza marrón y poseen 4 estados larvales, Patil & Pokharka (1971) observo cinco instares larvales mientras Jagarathnam (1977) reporto solamente tres de los cuatro instares citado por Chelliah, S. & Srinivasan, K. (1986). Solamente el estado larva causa el daño como plaga, el primer instar mina dentro de la hoja el tercer instar se alimenta generalmente de hojas maduras y durante el cuarto instar consume gran cantidad de tejidos de la hoja (Atta A. & Sivapragasam A. 1992).

La larva madura mide 10mm de largo y 1.4 mm de ancho, a través del centro esta tiene una sección capsular redonda y un cuerpo de 13 segmentos cortos, cada uno de los tres segmentos torácicos del cuerpo tiene un par de patas. El daño de la larva se considera de mayor importancia cuando penetran el corazón y otras partes comerciables de la planta (Saunders, J. L. et al 1998).

La pupa inicialmente es verde pero lentamente llega a ser marrón, a medida que el insecto tiene cambios en el interior para ser palomilla. El cocon de la pupa es aproximadamente 1 cm de largo y 0.4 cm de ancho la pupa es colocada en las hojas de repollo en el mismo lugar donde la larva de cuarto instar se alimenta, la pupa no se alimenta, (Atta A. & Sivapragasam A. 1992).

Los adultos son palomillas pequeñas de color gris con un diseño de diamante en la parte dorsal (Schoalen, S. 1997).

Las palomillas hembras ponen sus huevos sobre las hojas en pequeños grupos de 8 a 10, estos son puestos solamente en crucíferas, la hembra prefiere ovipositar principalmente en la superficie inferior de las hojas a lo largo de los borde de la venas de las hoja, la hebra adulta de *P. xylostella* pone 100 huevos en sus primeros tres a siete días de la vida adulta Talekar & Mei-Ying Lin (1998.) ; otros autores reportan 18-356 huevos, con un promedio de 159 en los primeros 10 días Harcourt, D. G. (1957.); y Hassanein, M. H. (1958.), reporta que la hembra oviposita de un rango de 92-346 huevos

3.2 Antecedentes de control biológico de *P. xylostella* en Centroamérica.

Quezada, J. (1989.), muestra una recopilación de casos de control biológico clásico (CBC), o sea la importación y establecimiento de enemigos naturales exóticos para combatir plagas nativas o importadas, donde se reportan al menos 18 casos de introducción desde 1908 hasta 1985 entre parásitos y depredadores, hay que aclarar que no en todos los casos se logro éxito en su establecimiento, el CBC en Centroamérica, ha tenido poco interés con algunas excepciones y su interés se a generalizado como una actividad de valor académico y sin reconocer el valor práctico dentro de un esquema de manejo integrado de plagas.

Los ecosistemas naturales de Centroamérica son variados y albergan en ellos valiosos elementos de la flora y fauna con potencial para el fitomejoramiento y manejo de plagas; muchos enemigos naturales se encuentran en los agroecosistemas algunos sin ser descubiertos, con potenciales de parasitismo a plagas de un gran interés y no son aprovechados.

En el caso del Control biológico de *P. xylostella* en Centroamérica Cave, R. (1995ª) menciona la utilización de *B. thuringiensis*, *Bauveria bassiana*, Virus de la poliedrosis nuclear (VPN) y *Cotesia plutellae*. Este último introducido a Honduras donde se reporta su establecimiento pero no su control satisfactorio de las poblaciones de *P. xylostella*, en Centro América y Sur América existe el parasitoide larval *D. insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), que contribuye a reducir las poblaciones de la palomilla, principalmente a elevaciones altas y cuando las parcelas son manejadas con insecticidas microbiales y botánicos (Trabanino, R. 1998).

Actualmente en Nicaragua se esta multiplicando tres parasitoides de *P. xylostella*, *D. insulare* (Cresson), (Brenes, J & Miranda, F. 1998.), nativo de la región Americana, *C. plutellae* (Kurdjumov), *M. plutellae* (Muesebeck), los cuales fueron introducidos, procedentes de Taiwan (Miranda, F. *et al* 1998), con el objetivo de ser utilizados en le control de la palomilla.

3.3 Biología de *Diadegma insulare* (Cresson).

Diadegma insulare (Cresson) 1865.

Orden: Hymenoptera, Familia: Ichneumonidae

D. insulare (También conocida como *Mesoleptus insularis* (Cresson) 1865, *Mesostenus insularis* (Cresson) 1865, *Horogenes insularis* (Cresson) 1865, *Limneria polynesiensis* (Cameron) 1883, *Campoplex hellulae* (Vierick) 1912, *Angitia plutellae* (Vierick) 1912, *Campoplex pygmaeus* (Vierick) 1925 y *Sagaritis congregator* (Walley) 1925).

Muckenfus *et al* 1992, hace mención de una diversidad de autores que afirman la importancia primordial de *D. insulare* como el parasitoide más importante de *P. xylostella* en Norte América (Latheef & Irwin 1983; Pimentel 1961; Oatman & Planter 1969; Hancort 1960, 1963, 1986; Laseta & Kok, 1986; Horn 1987), Cave, R. (1995^b) reportan a esta avispa como parasitoide más común e importante de *P. xylostella* en América Central.

La hembra pose el ovipositor muy bien diferenciado a simple vista con el cual parasitan preferiblemente larvas hospederas (*P. xylostella*) de segundo o tercer instar. La larva parasitoide se desarrolla como un endoparasitoide solitario. El surgimiento de la larva parasitoide es de la prepupa hospedera que ya ha formado un capullo. La larva parasitoide termina devorando su hospedero externamente y luego forma su propio capullo, en el cual empupa, dentro del capullo hospedero. Los adultos se alimentan de néctar y requieren agua libre (Cave, R. 1995^b).

Cuadro 1. Características de adultos de *D. insulare* según Cave, R. (1999¹).

Macho de <i>D. insulare</i>	Hembra de <i>D. insulare</i>
Escapo negro ventralmente (raramente pardo oscuro).	Igual que en el macho
Metabasitarso: Pálido en basal 1/8-1/10. Pardo oscuro en apical 9/10-7/8.	Igual que en el macho
Metasoma con anaranjado extenso en T ₂ y T ₅	Igual que en el macho
Base del metafemur ventralmente oscuro o casi indistintamente oscura	Base del metafemur no oscura ventralmente o casi indistintamente oscura

Se reportan porcentajes de parasitismo en cultivos de crucíferas de 9%-36% en campos tratados con insecticidas con promedios de 23%, en el caso de campos sin tratamientos los rangos de parasitismo de van desde un 18% hasta 47%, con promedios de 29% (Cordero & Cave 1990) citado por Andrews, K. L. *et al* (1992), en Venezuela Chavez, Z. H. *et al* (1993), reporta que los porcentajes de parasitismo no sobrepasan el 40% y Miranda, F. (1992) en estudios realizados en Nicaragua reporta porcentaje de parasitismo en rangos de 7% hasta 30%. Los porcentajes que alcanza las poblaciones de *D. insulare* no son suficiente para el control natural de *P. xylostella*.

3.4 Biología de *C. plutellae* (Kurdjomov).

Cotesia plutellae (Kurdjomov 1912).

Orden: Hymenoptera, Familia: Braconidae: Microgastrinae.

C. plutellae (También conocida en el pasado como *Apanteles plutellae*), es el parasitoide de *P. xylostella* más difundido en tierras bajas de Asia, se encuentra de forma natural o introducido a nivel internacional, prácticamente en todos los países en este continente, este ha sido introducido en algunos países en el pacífico, caribe, centro y sur América, (Talekar & Mei-Ying Lin 1998).

Se encuentra distribuido por Honduras, Guatemala, Venezuela, El caribe, Asia, Australia, Europa e Islas Cabo Verde. Es un parásito larval y prefiere 2^{do} o el 3^{er} estadios prematuro de larvas de *P. xylostella* para ovopositar. Este parásito es ideal para el control biológico

¹ Comunicación personal, Dr. Ronald Cave, Departamento de Protección Vegetal, Zamorano

de *P. xylostella* en tierras bajas o en áreas cerca de los trópicos donde las temperaturas son siempre superiores a 25°C y llegando a 35°C. Este parásito no es adecuado en tierras altas donde las temperaturas tienden a ser por debajo de 25°C. este parásito puede controlar el ataque de *P. xylostella* en la mayoría de las especies de crucíferas, Talekar & Mei-Ying Lin (1998). El parasitoide es más efectivo a elevaciones (menores 800 msnm) que a elevaciones altas (Cave 1995^b).

Los huevos son transparentes y cilíndricos redondeados al final, estos a las 24 hrs de ovipositados miden 0.4 mm por 0.12 mm, los huevos normalmente son establecidos libres en la hemolinfa de la larva, más de un huevo puede ser establecido en un único huésped (*P. xylostella*) por debajo y a lo largo exposición de la regilla de oviposición, sin embargo normalmente, solamente un huevo es establecidos por huésped, en el transcurso de la salida del cascarón en el primer instar de la larva emerge cerca de la orilla anterior al final del huevo (Guan, S. & Rani, M. 1992).

La larva posee tres instares, midiendo el primer instar 0.7 mm de largo y 0.2 de ancho, para el segundo instar la larva es semi transparente, para el tercer instar la larva mide de 3.5 mm de largo por 1.1 mm de ancho (Guan, S. & Rani, M. 1992). Durante el tercer instar al terminar de desarrollarse la larva de *Cotesia* emerge fuera de la larva de *P. xylostella* matando la larva huésped en el proceso, (Talekar & Mei-Ying Lin 1998).

Al finalizar el desarrollo de la larva, la emergencia del parasitoide de *C. plutellae* se produce a un lado de la larva de *P. xylostella* que usualmente esta en 4^{to} instar. La larva parasitoide realiza una sutura a un lado usualmente el 3^{er} o 4^{to} segmento abdominal y *C. plutellae* batalla lentamente para salir fuera del hospedero (Talekar & Mei-Ying Lin 1998).

El cocon del parasitoide es tejido por la larva madura con una hebra de seda blanca. Las pupas son de forma alargada con las puntas suavemente redondeadas y son generalmente tejidos en la superficie por debajo de la hoja de repollo en el campo. Las pupas son usualmente sujetadas firmemente a la superficie por hilos de seda y no son fácilmente desalojados (Guan, S. & Rani, M. 1992).

El adulto posee un cuerpo negro, patas amarillas (excepto las coxas y ápices de metafémures y metatibias negra), metatarzas castaños y mesosternos fuertemente punteados, (Cave 1995^b).

3.5 Biología de *M. plutellae* (Muesebeck).

Microplitis plutellae (Muesebeck).

Orden: Hymenoptera , Familia: Braconidae.

M. plutellae es uno de los principales parasitoides de *P. xylostella* en cultivos de Brassicas (Putnam, L. G. 1978). Este parásito se establece generalmente en sub - trópicos y áreas templadas de la tierra. Según Estudios de la AVRDC indican que este parásito puede sobrevivir y multiplicarse normalmente a temperaturas entre 25°C - 35°C. Los adultos de *M. plutellae* prefieren colocar sus huevos en 2^{do} o 3^{er} estadios de larvas de *P. xylostella*. Este parásito puede poner más de 230 huevos en su vida adulta. En climas templados *M. plutellae* pasa por diapausa, aunque en los trópicos se multiplican ininterrumpidamente (Talekar & Mei-Ying Lin 1998).

3.6 *Bacillus thuringiensis*.

Desde el punto de vista de control de insectos, las principales bacterias son las aeróbicas formadoras de esporas del genero *Bacillus* (Familia Bacillaceae), de las bacterias entomopatógenas cristalíferas formadoras de esporas, a la cual pertenece *B. thuringiensis*, también llamado Bt, se conocen 19 variedades correspondientes a 14 aislados de sereotipos diferentes, de los cuales las más importantes son las *Kurstaki* e *israelensis* (Bustillo, A. E. 1989).

Cuadro 2. Nombres de productos comerciales que contiene como ingrediente activo a B.t. (Cave 1995^a).

<u>Nombre</u>	<u>Variedad</u>	<u>Productor</u>
Javelin y Thuricide	Kurstaki	Sandoz Corporation
Dipel	Kurstaki	Abbott Laboratories
Bactec Bernan BT	Kurstaki	Bactec Corporation
Bactospeine, Futura	Kurstaki	Biochem Products
Biobit	Kurstaki	Dupont
BST 88	Kurstaki	Agricola "El Sol"
Vectobac	Israelensis	Abbott Laboratories
Bactimos	Israelensis	Biochem Products
Teknar	Israelensis	Sandoz Corporation
M-One	Tenebrionis	Mycogen
Novodor	Tenebrionis	Novo Nordisk

El modo de acción se define de la siguiente manera: las células de *B. thuringiensis*, al momento de la esporulación, a demás de las endosporas producen también cristales en forma de diamante, en el esporangio durante el proceso. Este cristal contiene una toxina, denominada **delta-endotoxina**, capaz de paralizar el intestino de la mayoría de las larvas de Lepidopteros. Las larvas susceptibles, después de consumir cierta dosis de *B. thuringiensis*, cesan de alimentarse y mueren, o son debilitadas de tal forma que la bacteria puede invadir el hemocelo desde el intestino y producir una septicemia letal. Se ha demostrado que los insectos más susceptibles son aquellos cuyos intestinos tienen un pH alcalino que causa la disolución de los cristales en sus componentes tóxicos (Bustillo, A. E. 1989).

El uso de productos a base de la bacteria (*B. thuringiensis*) para el control de *P. xylostella* se han obteniendo muy buenos resultados y comienza a ser parte de programas de manejo integrado *P. xylostella* en los países de Centroamérica a 1988 (Andrews et al 1992); sin embargo ya existen múltiples reportes de la adquisición de resistencia de *P. xylostella* a productos de ingrediente activo *B. thuringiensis*.

IV. MATERIALES Y METODOS.

4.1 Ubicación de la investigación.

La investigación se desarrollo en dos fases ubicadas en dos localidades.

- a) La fase de cría masiva de los parasitoides y su hospedero (*P. xylostella*), se llevo acabo en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el Km. 12 ½ carretera norte, en el laboratorio de control biológico de crucíferas (Mip-Hortalizas). Para la cría de los parasitoides y su hospedero fue necesario dar condiciones óptimas de sobrevivencia dentro de un ambiente controlado para lograr la efectividad de la cría.
- b) La fase de campo fue realizada en la ciudad de Estelí ubicada a 146 km al norte de la ciudad capital (Managua), en la comunidad La Almaciguera, en la finca el Tisey de Sr. Salvador Cerrato, esta finca esta ubicada a 14 Km. de la ciudad de Estelí carretera sur - oeste, La Estanzuela-San Nicolás. Esta se encuentra entre 1250-1450 msnm, con precipitaciones aproximadas entre 800-1200 mm³ anuales, según Matuz, M. 1999 el suelo es considerado muy fuertemente ácido con un pH de 5.1.

4.2 Proceso de cría masiva de los parasitoides y su hospedero.

La metodología utilizada es la que plantea Miranda et al (1999), para cría de parasitoides larvales de *P. xylostella*.

4.2.1 Establecimientos de plantas de repollo en invernadero.

Para establecer la cría del *P. xylostella* fue necesario la siembra de plantas de repollo para alimentar sus larvas. Esta plantas son sembradas en maceteras de arcilla o plásticas.

Desinfección de suelo: El suelo se desinfecta para ser utilizado en la siembra de semilleros y el llenado de maceteras, al momento del trasplante de plántulas de repollo. La desinfección se realizó con el fin de evitar el desarrollo de plantas enfermas por acción de patógenos de suelo, esta desinfección se realizo con un horno eléctrico con una

capacidad de cuatro quintales de suelo, a una temperatura de 100 °C por un período de tres horas.

Preparación de semilleros, trasplante y cuidado de las plantas de repollo: Para la realización de semilleros se utilizó charolas de germinación, estas son bandejas plásticas diseñadas para la preparación de semilleros. El trasplante se realiza a los 25 días después de la siembra de los semilleros. Las plántulas se trasplantan en maceteras de arcilla y son colocadas en un invernadero para evitar que otros agentes patógenos o insectiles puedan ocasionar algún daño a las plantas de esta forma, también evitamos la contaminación de las instalaciones del laboratorio de cría de parasitoides y *P. xylostella*.

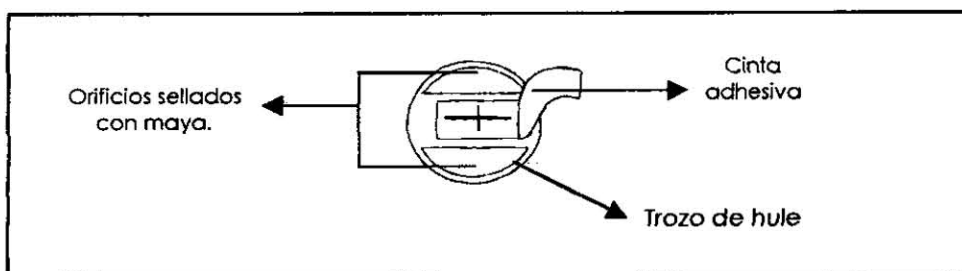
Las plantas son fertilizadas con Urea 46% a los 8 días después del trasplante, y se le aplica un riego, según la exigencia de la planta en cada estado de crecimiento hasta alcanzar el tamaño óptimo para ser utilizadas en los procesos de crianza. El tamaño óptimo de las plantas es cuando presentan de 12 a 14 hojas verdaderas bien formadas. Esta fase es de suma importancia, el aseguramiento de plantas es fundamental para el éxito de la cría.

4.2.2 Cría masiva de *P. xylostella*.

Para la crianza de los parasitoides se estableció un pie de cría de *P. xylostella*, y se multiplica, para el cual se construyó una cámara de oviposición donde los adultos de *P. xylostella* ovopositaran en laminas de aluminio impregnadas de jugo de repollo.

Elaboración de cámara de oviposición: La cámara de oviposición es un recipiente plástico con capacidad de 2-3 litros, con tapa plástica; a esta tapa se le realizan tres aberturas, en dos de ellas se colocan mallas para la ventilación de la cámara y en la abertura del centro se coloca un trozo de hule con un corte en cruz (fig. 1).

Figura 1. Descripción de tapa de cámara de oviposición (Miranda, F. et al 1999).

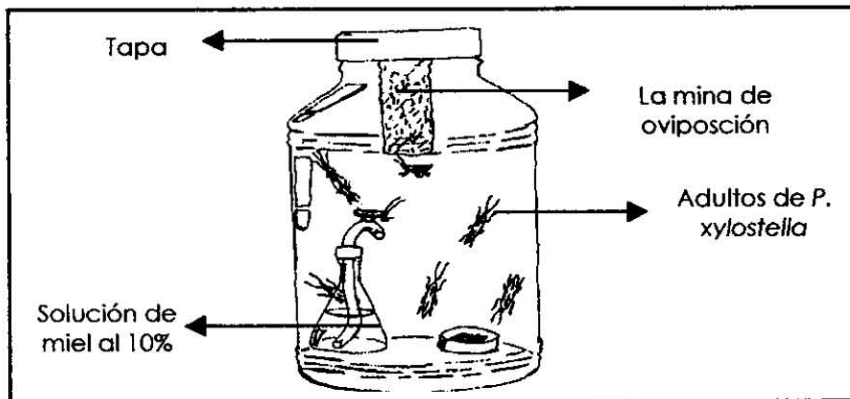


Preparación de láminas de oviposición: Se cortan hojas de repollo traídas del invernadero, se pesan 65 g de estas hojas, las cuales son licuadas en 500 ml de agua durante 2 minutos. Luego transferimos el jugo en un erlenmeyer de 2000 ml y lo introducimos en autoclave a 120° C, 1.05 Kg./cm² durante 20 minutos. Posteriormente filtramos el jugo y con éste remojamos cintas de aluminio de 15cm x 12 cm, las cuales se ponen a secar a temperatura ambiente, luego se almacenan en refrigeración, a temperatura de 0°C, hasta su uso.

Preparación de alimento para adultos de PDD: Solución Natural: Esta es a base de miel natural de abeja, se debe tomar en cuenta que la miel con que se realiza la solución debe ser 100% pura ya que esta se disuelve con agua destilada hasta obtener una solución al 10%, la cual debe estar homogénea, es mejor la utilización de miel ya que es una dieta más completa, por estar formada en un 60-80% de glucosa y frutosa, un 20% de agua, 0.5 % de minerales, sobre todo potasio y fósforo, cadenas de aminoácidos, Vitamina A, b y C, Hormonas estrogénicas, inhibinas y sustancias insulínicas y colinérgicas, que proveen de un dieta mas completa para el insecto.

Multiplicación de *P. xylostella*: Se recolectan larvas y pupas de *P. xylostella* en los campo de cultivo de repollo procurando no llevar al laboratorio material infectado por bacterias, hongos, o cualquier sustancia (plaguicida) que pueda contaminar el laboratorio. Cuando se tiene un aproximado de 200 pupas de *Plutella xylostella* se introducen dentro de la cámara de oviposición. En la cámara de oviposición se introduce un recipiente con capacidad aproximadamente 50ml con solución de miel a este recipiente se le agrega una tira absorbente, por donde tomaran el alimento los insectos. Luego se colocan las láminas de oviposición y se cierra. La cámara de oviposición debe colocarse en un lugar oscuro o taparse con un trapo de color negro (fig 2).

Figura 2. Cámara de oviposición de *P. xylostella*.



Después de 24 horas se retiraron las láminas de oviposición con huevos. Los huevos de *P. xylostella* obtenidos pueden tener dos destinos: el primero es ser utilizados en la inoculación de plantas de repollo ya sea para la producción de *P. xylostella* o para la producción de los parasitoides y segundo pueden ser almacenados en un refrigerador a temperaturas entre 7-12°C, para el uso posterior en las actividades antes mencionadas.

4.2.3. Metodología utilizada en el proceso de crianza de los parasitoides larvales *D. insulare*, *C. plutellae* y *M. plutellae* de *P. xylostella*.

- * Para ser efectiva la crianza se hizo necesario utilizar un laboratorio equipado con aire acondicionado, para controlar temperatura, humedad relativa y aislar al parasitoide de otros organismos que puedan causar algún daño a los procesos de reproducción y multiplicación.
- * En una planta con 12-15 hojas en macetas de arcilla se colocan cintas de oviposición, en las hojas más jóvenes, se inoculan un aproximado de 300-500 huevos de *P. xylostella* por cada planta. Cuando las larvas se encuentran en los instares 2 y 3 puede ser parasitadas por los parasitoides
- * En otra jaula se colocan entre 200-300 pupas de los parasitoides, dentro de esta jaula se colocan dos platos petri con algodón y se mojan con solución de miel al 10% (se utiliza la misma solución de adultos de *P. xylostella* descrita anteriormente); se debe cambiar esta solución cada 48 horas.

- * Cuando el 80% de los parasitoides han emergido se debe colocar la planta con las larvas en estado óptimo (300-500 larvas en L2), se debe cubrir con papel de aluminio la parte superior de la maceteras donde se encuentra la planta para evitar el contacto de las larvas con la tierra, también se colocan hojas de repollo en el piso de la jaula para que las larvas se refugien en estas ya que estas tratan de escapar del ataque de los parasitoides y estos son capaces de encontrarlas en las hojas colocadas en el piso de la jaula; el cambio de plantas con larvas se realiza cada 48 horas.
- * Al retirar la planta con larvas expuestas a los parasitoides después de las 48 horas estas se colocan en una jaula de las mismas dimensiones, donde se alimentan las larvas con plantas de repollo hasta que alcanzan su estado de pupa.
- * Luego son separadas las pupas del parasitoide y la plaga (*P. xylostella*), para ser contabilizadas, para realizar los cálculos de % de parasitismo, relación hembra macho, etc., cuando se obtienen las pupas son almacenadas en refrigeración a temperaturas que van entre los rangos de 8-12 °C.

4.3 Establecimiento y manejo de cultivos.

El cultivo en el cual se evaluó el insecticida (*B. thuringiensis*) fue Repollo, durante el periodo de Mayo de 1998 a Marzo de 1999, en tres épocas siembra Primera (Mayo - Agosto), Postrera (Agosto - Diciembre) y riego (Diciembre - Marzo). Durante las épocas de Primera y Postrera el manejo de *P. xylostella*, fue realizado con Dipel® 6.4 WG, (32,000 unidades), un insecticida que contiene como ingrediente activo *B. thuringiensis*, tomando en cuenta umbrales económicos, para toma de decisiones, mientras que en la época de Riego se combina la aplicación de Dipel y liberaciones de *C. plutellae* y *M. plutellae*.

En la etapa de campo el establecimiento del cultivo se realiza en conjunto con el productor, realizando un intercambio de prácticas agrícolas de manera participativa.

4.3.1 Preparación del semillero

Se realizó una remoción del suelo, aplicándole al momento de la elaboración de las eras cal viva para la prevención de enfermedades fungosas, a razón de 1 Lb. Por cada 1 m² de eras. Al momento de la deposición de la semilla se realizó una aplicación de Benlate (Fungicida), a razón de 75cc por bombada de 18 litros, para evitar el ataque de hongos de suelo. La densidad de siembra del semillero fue de 250-300 plántulas por m², con unas distancias de 10cm entre surco y aproximadamente de 30 a 40 semillas por surco; en cada una de las épocas de siembra se utilizó semilla del híbrido Izalco, se realizaron 40m² de eras.

Al momento de la siembra se fertilizó con abono completo 12-30-10 aplicando de 8 a 12 libras por cada 25,000 semillas (un tarro 150 gramos). Finalizada la siembra se procedió a tapar el semillero con zacate, para evitar que al salir las plantulas sean dañadas por el sol, esta actividad se realizó en cada una de las épocas de siembra y es la que normalmente realiza el productor. Los semilleros se les realizó un manejo de malezas a los 15 días después de la siembra y un segundo manejo de malezas a los 25 dds. El riego, se realizaba diariamente por la mañana o por la tarde.

4.3.2 Trasplante.

Este se efectuó a los 30 días después de la siembra (dds), para este momento las posturas poseen un tamaño apropiado para el trasplante, se selecciono aquellas plantas que estaban bien desarrolladas, libres de plagas y enfermedades. Para la época de primera y postrera las distancia fueron 0.55 m entre planta y 0.5 m entre surco y en época de riego 0.4 m entre planta y 0.4 m entre surco, la densidad de las plantas en época de riego es mayor ya que se trata de ubicar un mayor número de plantas en un área pequeña, para aprovechar la fuente de agua.

4.3.3 Fertilización.

Al momento del trasplante se realizó una primera fertilización en banda con fertilizante completo(N - P - K), 18-46-0 a razón de 12.81qq por hectárea y una segunda fertilización fue realizada a los 45 días después del trasplante (ddt), con Urea al 46% con una dosis de 5.70 qq/ha.

4.3.4 Limpieza y aporque.

Para cada una de las épocas se efectuaron tres limpiezas la primera a los 15 ddt, la segunda limpia acompañado del primer aporque a los 25 ddt y la tercera limpia y segundo aporque a los 45 ddt.

4.3.5 Manejo fitosanitario.

El manejo de *P. xylostella* con aplicaciones del producto insecticida (*B. thuringiensis*) y liberaciones de parasitoides (este último en época de riego), se realizaron según los umbrales económicos y etapas críticas del cultivo para esta plaga (*P. xylostella*) en este cultivo.

4.4 Liberación de parasitoides.

La liberación de los parasitoides *C. plutellae* y *M. plutellae* fue realizada solamente en la época de Riego ya que para esta fecha se obtuvieron los permisos de liberación de los parasitoides. La metodología utilizada fue la planteada por Pérez, H. (1999), utilizada para la liberación de *D. insulare*, para el manejo de *P. xylostella* en el cultivo de repollo.

El traslado de los parasitoides *C. plutellae* y *M. plutellae* se realizó en estado de pupa del laboratorio hasta el sitio del cultivo donde fueron liberados. Las pupas fueron trasladadas del laboratorio de cría hacia el lugar de liberación en platos petrí sellados con parafina, dentro de un termo con hielo para evitar que las pupas emerjan y se deterioren durante su traslado al cultivo en el campo.

Las pupas de los parasitoides fueron puestas en el cultivo de repollo en cámaras de liberación construidas con vasos desechables de polietileno dejando un orificio en la tapa de este para que permita la salida del parasitoide al momento de su emergencia. Estas cámaras de liberación son distribuidas equitativamente en el campo de repollo. A los 15 días de la liberación se retiran las pupas y se realiza un conteo de los adultos emergidos en esa liberación.

Se realizaron 4 liberaciones, a los 15, 30, 45 y 60 DDT (Días después de trasplante), cada una de las liberaciones respectivamente fue de 500, 1000, 1500 y 1000 cocones de cada uno de los parasitoides.

4.5 Variables y análisis de los datos.

4.5.1 Datos de Laboratorio.

Evaluación de calidad y control del proceso de cría masiva de parasitoides: el control de calidad se registro a partir de hojas de control de producción de los parasitoides (anexo 1), en estas hojas se registro, % de parasitismo, % de emergencia de los parasitoide, Relación hembra : macho (♀:♂).

➤ **Porcentaje de parasitismo.**

El porcentaje de parasitismo, fue calculado a partir del uso de hojas de control de producción de los parasitoides (anexo 1), donde se registraba el numero de pupas de parasitoides y de pupas de *P. xylostella* y a partir de estos datos se calculaba en % de parasitismo en cada planta expuesta, en cada generación y se realizó un promedio general por cada mes de producción.

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{Nº de Pupas de parasitoides}}{\text{Nº de Pupas de parasitoides} + \text{pupas de } P. xylostella} \times 100\%$$

➤ **Porcentaje de emergencia y Relación hembra macho.**

El porcentaje de emergencia se registro a partir de muestras de 200 pupas de parasitoides por generación, en un mes se registraron un promedio de 2 generaciones, se contabilizó el número de adultos parasitoides emergidos de las pupas, así mismo estos adultos emergidos se mataban con alcohol al 100% y observaba la relación hembra:macho (♀:♂), con un estereoscopio observando la presencia del ovipositor en la hembra.

$$\% \text{ de emergencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de parasitoides emergidos en la muestra.}}{\text{N}^\circ \text{ de Parasitoides en la muestra}} \times 100\%$$

⌘ **Regulación de las condiciones ambientales.**

Se regula la temperatura (°C) y humedad relativa (%), manipulando estas condiciones en el laboratorio por medio de aire acondicionado, en cada una de las salas de los parasitoides. Se llevo un control de estas en hojas de control realizando lecturas en un hidrotérmetro, realizando lecturas diarias, en horas de la mañana (8-10am), por la tarde (4-5 pm) y por las noches (7-9 pm), esta última lectura no se realizó frecuente mente (anexo 2).

⌘ **Biología de los parasitoides y *P. xylostella*.**

El ciclo biológico de los parasitoides fue calculada a partir muestras de 200 larvas parasitadas, por cada generación, se registro la duración de desarrollo de las diferentes estados morfológicos de los parasitoides a si como su huésped (*P. xylostella*), este es calculado a través de hojas de control (anexo 1.)

El ciclo biológico de los parasitoides y *P. xylostella* fue dividido en tres periodos, larva, pupas y adultos, donde la etapa de larva comprende desde el momento de oviposición por la hembra hasta el momento de inicio de pupa, el periodo pupal va de formación del cócon hasta eclosión de adulto del cócon y el periodo de adulto comprende desde la emergencia del cócon hasta la muerte del adulto, las observaciones se realizaron cada 24 hrs, durante todo el proceso de cría.

⌘ **Cuadros estadísticos de esperanza de vida.**

Un cuadro de vida proporciona en forma sistemática un panorama completo de la mortalidad en una población, puesto que la mortalidad varia mucho en dependencia de la edad (Odum, E. P. 1986). Al disponer de una cría que se necesita una densidad apropiada de insectos para su eficiencia, para poder obtener % de parasitismo aceptables y mantener una producción suficiente, a demás de una manera de conocer hasta que momento es prudente mantener un pie de cría para producción, sin que

pierda la capacidad de obtener % de parasitismo aceptables, los cuadros estadísticos de esperanza de vida se consideraron una herramienta útil.

Los cuadros estadísticos de esperanza de vida, son un formato conveniente para describir la mortalidad proyectada de una población de forma resumida (Krebs, Ch. J. 1985).

Cuadro 3. Interpretación de elementos de los cuadros estadísticos de esperanza de vida.

Indicador	Descripción
x	Intervalo de edad.
a_x	Número de sobrevivientes al <i>inicio</i> del intervalo de edad x .
l_x	La proporción de organismos que sobrevive al <i>inicio</i> del intervalo x .
d_x	Número de individuos que mueren <i>durante</i> el intervalo de edad x a $x+1$.
q_x	Índice de mortalidad <i>durante</i> el intervalo x a $x+1$.
L_x	Es el número de individuos vivos en promedio, durante el intervalo de edad que va de x a $x+1$. $L_x = (a_x + a_{x+1}/2)$.
T	La suma acumulativa de los valores de $l_x - l_{x+1}$
e_x	Esperanza promedio de vida para los organismos que están vivos al <i>inicio</i> del periodo de edad x .

Para el cálculo de los cuadros estadísticos de esperanza de vida, se colocó una muestra de adultos de parasitoides emergidos de los cocones el mismo día (siendo 24 horas el intervalo de edad), o sea adultos de una misma edad, y se ubicó en una jaula de 50cm³, proporcionándole miel al 10% y agua la cual se cambiaba cada 48 horas, a estos adultos no se les proporcionó larvas para ser parasitadas. Cada 24 hrs se contabilizó el número de adultos que murieron en ese lapso, así sucesivamente hasta la muerte del último adulto dentro de la jaula.

4.5.2 Datos de Campo.

Incidencia de *P. xylostella* en el cultivo: este se calculó en base a recuentos los que realizaron con el objetivo de monitoriar la dinámica del insecto plaga y sus enemigos naturales, así como insectos asociados al cultivo.

La metodología para la realización de los recuentos fue la que planteo Díaz, J. *et al* (1,999). En la cual se tomaron 5 puntos al azar distribuidos uniformemente en el campo, en cada punto se revisan 10 plantas, resultando un total de 50 plantas muestreadas.

Este también es utilizado para la toma de decisiones para el control de *P. xylostella*. Los umbrales utilizados fueron para la época de Primera y postrera 0.2 larvas en 50 plantas y para la época de riego 0.5 larvas en 50 plantas.

Porcentaje de parasitismo de *D.insulare* y establecimiento de *C. plutellae* y *M. plutellae*:
este porcentaje de parasitismo se calculo a partir de recolecciones de muestras mínima de 30 larvas de 4º instar de *P. xylostella*, a partir del cual se calcula el porcentajes de parasitismo de los parasitoides tanto el nativos como los introducidos en el campo de repollo, estas larvas recolectadas se depositaron cada una en pequeños vasos de una onza de capacidad, y luego fueron trasladados al laboratorio de **MIP-HORTALIZA** de la **Universidad Nacional Agraria** para ser observados y contabilizar el número de adultos plagas y parasitoides emergidos, así como estimar el porcentaje de parasitismo presente en cada una de las parcelas. Con los resultados de estas muestras se comprobaría el establecimiento de los parasitoides en el campo.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1 Resultado de la cría masiva de los parasitoides *D. insulare*, *C. plutellae* y *M. plutellae* en laboratorios de la UNA en el periodo de Agosto de 1997 - Octubre de 1999.

Cuadro 4. Porcentaje de parasitismo registrado de los parasitoides *D. insulare*, *C. plutellae* y *M. plutellae* en condiciones de laboratorio (MIP/HORTALIZAS).

Año	Meses	<i>Diadegma insulare</i>	<i>Cotesia plutellae</i>	<i>Microplitis plutellae</i>
1997	Agosto	15.22	-	-
	Septiembre	27.75	-	-
	Octubre	36.66	-	-
	Noviembre	81.77	-	-
	Diciembre	82.55	-	-
1998	Enero	83.65	-	-
	Febrero	88.32	-	-
	Marzo	84.72	-	-
	Agosto	-	70.88	88.09
	Septiembre	-	83.85	88.35
	Octubre	-	78.68	85.91
	Noviembre	-	88.64	90.44
	Octubre	-	96.44	96.28
	Enero	-	95.17	92.59
	Febrero	-	93.47	93.29
1999	Marzo	-	96.85	88.60
	Abril	-	89.17	94.39
	Mayo	-	90.98	95.22
	Junio	-	76.31	82.96
	Julio	-	91.47	94.19
	Agosto	-	95.90	95.61
	Septiembre	-	88.68	-
	Octubre	-	83.58	84.25

Las primeras experiencia en cría de parasitoides de *P. xylostella* se inicio con el parasitoide larval *D. insulare*, (cuadro 4), el porcentaje de parasitismo registrados durante los meses de Agosto - Octubre de 1997; no alcanzan el 50% para este parasitoide, se debe que en este momento no se poseía una metodología eficaz para la cría de este parasitoide, para los meses de Diciembre de 1997 a Marzo de 1998, los porcentajes de parasitismo alcanzaron hasta un 88.32% logrando un promedio general de 62.55%.

D. insulare es un parasitoide larval que se ve influenciado de manera negativa por factores de luz, temperatura, humedad relativa, en condiciones de cría en laboratorios, esta característica, crea un ambiente de dificultad para obtener una cría estable.

C. plutellae obtuvo porcentajes de parasitismo en los periodos de Agosto de 1998 hasta octubre de 1999, en rangos desde 70.88% hasta 96.85% con un promedio general de 88.00%; mientras que *M. plutellae* obtuvo % de parasitismo en los rangos de 82.96% hasta 96.28% con un promedio de 90.72 %. Miranda et al 1998, durante la etapa de cuarentena de *C. plutellae* y *M. plutellae* reporta % de parasitismo promedios de 64% y 88% respectivamente. Se puede observar un aumento considerable en los resultados de % de parasitismo, con respecto a los obtenidos en la etapa de cuarentena de estos parasitoides, esto da evidencia de la eficiencia de la metodología utilizada en la cría masiva de estos, en las condiciones en que se realizó.

Con respecto al control de condiciones ambientales en que fue conducidas las cría masiva de los parasitoides, solamente fue posible el control de la Temperatura (°C), ya que esta es de relativa facilidad de manejar y monitoriar. Para el caso de *D. insulare* en la sala que fue criado hubo rangos de Humedad relativa entre 55%-72% con promedio de 63.54% y temperatura entre 23°C y 28°C con un promedio de 26°C, considerándose que este no es el más óptimo, por que se obtiene respuestas negativas en su relación hembra macho (♀:♂) de 1:15, la cual no favorece el proceso de cría, ya que se necesita mucho más hembra que machos, ya que estos últimos solamente tiene la función de la copula, se obtuvo un 87% de emergencia, la respuesta que presenta el parasitoide se le atribuye a la influencia de la temperatura que juega un papel importante, a si como el espacio de movimiento de los adultos (dentro de la jaula); estos aspectos se refieren a una respuesta negativa al confinamiento.

Las condiciones ambientales en que fue llevada la cría masiva de los parasitoides *C. plutellae* y *M. plutellae* no se consideran una limitante, ya que los parasitoides respondieron satisfactoriamente, a estas condiciones, la relación hembra macho (♀:♂), respectivamente para cada uno de los parasitoides fue de 1: 1.05 y 1:1.2, no presentado alguna alteración en su comportamiento que pueda ser una limitante para la cría masiva en nuestras condiciones, los porcentajes de emergencia de los parasitoides fue de 95 y 89 promedio respectivamente.

En el caso de *C. plutellae* la cría fue llevada en rangos de Humedad relativa de 53%-78% con un promedio de 65.76% y temperaturas entre 24°C - 28°C con un promedio de 26 °C y *M. plutellae*, se estableció su cría en humedad relativa de 46%-66% con un promedio de 48% y de temperatura de 20°C - 24°C, con un promedio general de 22°C.

El almacenamiento de los parasitoides se realizó en su estado de pupa el cual es el más indicado, para los tres parasitoides se almaceno a una misma temperatura, 7-13 °C, con un promedio de 10 °C., la vialidad de los parasitoides en este estado varia en dependencia de la especie; para el *D. insulare*, *C. plutellae* y *M. plutellae*, la emergencia del adulto se presento hasta en un 80 % a los 120 días, 35 días y 90 días respectivamente.

Ho K. K. (1979), reporta que el estado de pupa de *C. plutellae*, son el estado más adecuado para almacenamiento a rangos de temperaturas de 7-10°C y reporta sobrevivencia hasta 50 Días, también menciona que las hembras sobreviven mas tiempo bajo estas temperaturas que los machos; Talekar, N.S & Mei-Ying Lin (1998), establece un almacenamiento en un rango de 8-10°C y reporta mínima afectación en la sobrevivencia entre los 15-30 días del almacenamiento.

Putnam, L.G. (1978), realizó un experimento de laboratorio donde expone cocones de *M. plutellae* a 0°C, para inducir a estos a una diapausa, por un periodo de 160 días y encontró que la mayoría de los insectos adultos emergieron de los cocones.

5.2 Ciclos biológicos de los parasitoides *D. insulare*, *C. plutellae* , *M. plutellae* y su hospedero *P. xylostella*.

Cuadro 5. Ciclos biológicos de los parasitoides *D. insulare*, *C. plutellae* , *M. plutellae* y su hospedero *P. xylostella* en laboratorio UNA 1999, comparándolos con resultados obtenidos en AVRDC, por TaleKar & Mei-Ying Lin en 1998.

<i>Plutella xylostella</i>	Periodo larval	Periodo pupal	Adulto
UNA	10.3±.853	6±1.135	20
AVRDC	10-12	4-5	10
<i>Diadegma insulare</i>			
UNA	7.18±0.964	6.17±0.432	10-26
AVRDC ²	6.8	6	25
<i>Cotesia plutellae</i>			
UNA	10.03±1.2837	5.416±0.8139	10-22
AVRDC	10.5	4.95	15
<i>Microplitis plutellae</i>			
UNA	8.925±1.272	5.6±0.713	12-21
AVRDC	15-20	10-12	—

En el caso de *P. xylostella* todo el ciclo de vida fue de 41.3 días, promedio, a temperaturas dentro de un rango de 28-30 °C, existen múltiples estudios a cerca del ciclo de vida de este insecto plaga; Ho, T. H. (1965). ; Wan, M. T. K. (1970). ; Ooi, P. A. C. & Kelderman, W. (1979). y Yadav, P. R. , Sachan, J. N. & Yadav, C. P. S. (1983). Realizaron el estudio del ciclo de vida y encontraron una duración promedio de este 43.5, 22.0, 12.7 (sin la duración de su vida adulta) y 22.94 días respectivamente; en la mayoría de los casos se describe cada una de las etapas del ciclo (Huevo, L1, L2, L3, L4, prepupa, pupa y Adulto), para cada uno de los autores, resumiendo estos datos en periodos más simples para cada uno de los reportes de los autores mencionados respectivamente; huevo-larva: 20, 7.5, 9 y 12.0, pupa: 7, 4.5, 3.7 y 4.47 y el periodo adulto, 16.5, 9-12, no lo reporta y 7.37.

Los resultados obtenidos por los autores mostrados anteriormente son aproximados a los obtenidos en este estudio, las diferencias observadas se deben a variaciones de temperatura y humedad relativa aunque en la selección de los ejemplos a comparar se selecciono investigaciones en laboratorio a condiciones similares que se presentaron en este trabajo.

² Los resultado presentados pertenecen al parasitoide larval *D. semiclausum*

El ciclo de vida del parasitoide de *D. insulare*, fue de 31.35 días promedio, su periodo larval se presentó de 7.12 días, un periodo pupal de 6.17 días y adulto de 10 a 26 días en promedio. Al ser comparado con N.S. Talekar (1998), con el parasitoide *Diadegma semiclausum* obtiene 6.8, 6 y 25 días para cada una de estas etapas, lográndose observar gran similitud entre estos ciclos, los resultados de *D. insulare*, se compara con *D. semiclausum*, ya que este último es un parasitoides del mismo genero, con el mismo hospedero, sus diferencias hasta el momento se refieren a aspectos de distribución geográfica, ya que *D. insulare* se encuentra en América y *D. semiclausum* en Europa, Castelo, M. Y. (1999), en una investigación acerca del cruzamiento entre *D. insulare* y *D. semiclausum* concluyo que realmente estas no son dos especies diferentes sino subespecies, se cree que las poblaciones de estos organismos se separaron en algún momento geográficamente convirtiéndose en subespecies que se adaptaron y evolucionaron según las condiciones climáticas.

Para el parasitoide *C. plutellae* su periodo larval es de 10.03 días, el periodo de pupa de 5.42 días y un periodo adulto de 10 a 22 días; *C. plutellae* es un parasitoide muy estudiado existen referencias de su ciclo de vida por varios autores, Chiu, S. C. *et al.* (1972).; Lim, G. S. (1982.); Velasco, L. R. I. (1982.); los resultados de estos autores son expuestos en tres etapas respectivamente por autores de Huevo- prepupa: 9, 8 y 7 - 9 días; Pupa: 7, 4.5 y 4 - 5 días; y adulto: 20, 3-14 y 2.74 - 3.38 días.

En el caso de *M. plutellae*, su ciclo de vida fue de 37.47 días, dividido en tres periodos diferentes (larval, pupal y adulto), obteniéndose valores promedio de 8.925, 5.60 y 12-21 respectivamente.

5.3 Estadísticas de mortalidad de los parasitoides a nivel de laboratorio.

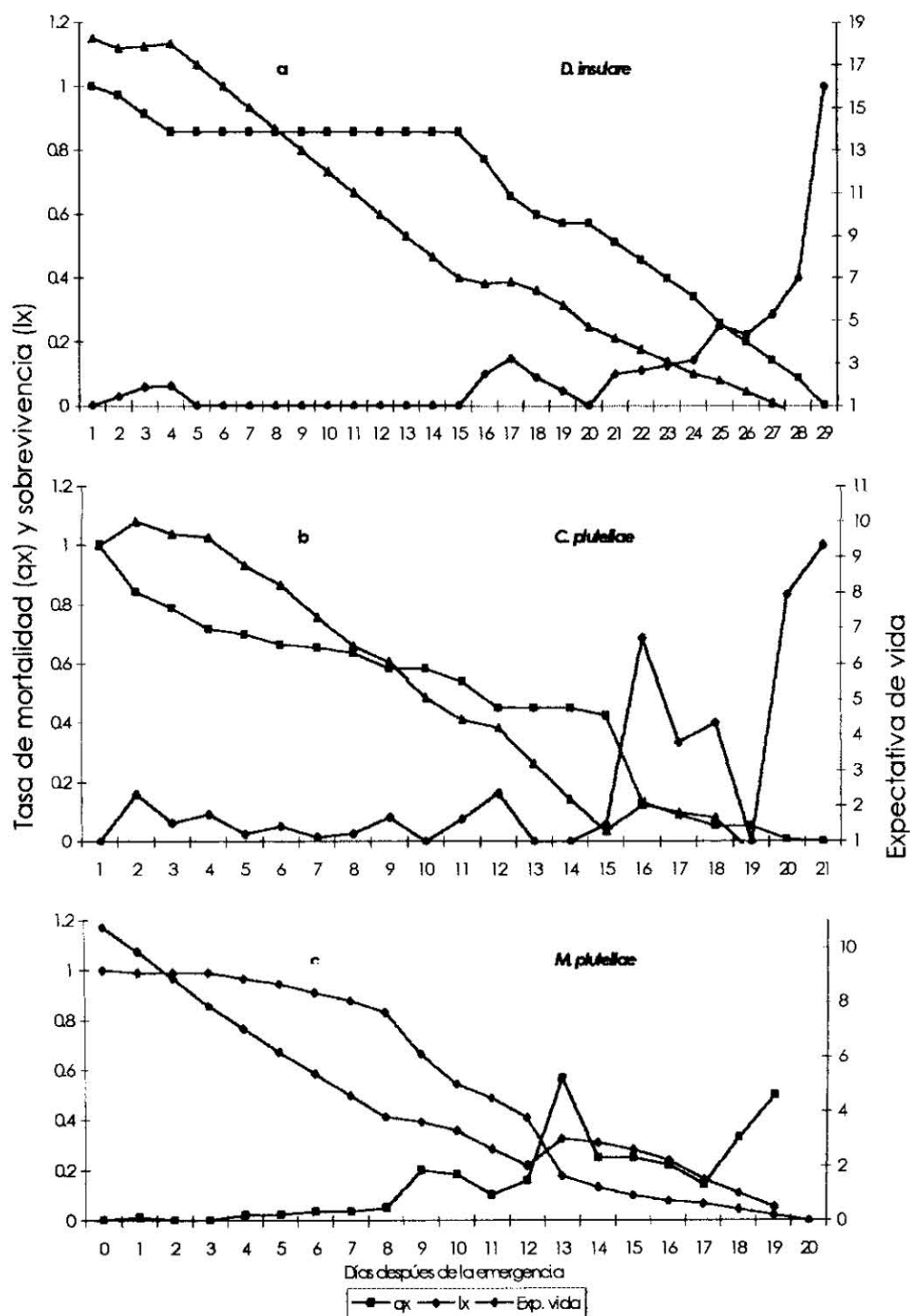


Figura 3. Tasas de sobrevivencia, mortalidad y expectativas de vida de tres parasitoides de *P. xylostella* en condiciones de laboratorio.

En este caso no se representa la longevidad como la edad máxima que alcanza los individuos de una población, la sobrevivencia de un individuo va a variar en dependencia de las condiciones en que es sometido. Las poblaciones alcanzan una longevidad de 20 hasta 29 días, en el caso de *D. insulare* puede tener una longevidad hasta 29 día, esto nos daría la idea de que si ubicamos una población esta vivirá 29 días, en realidad esto no es verdad ya que al pasar el tiempo desde la emergencia hasta la muerte del ultimo individuo se presentan muertes en la población, la importancia de presentar la Mortalidad, Sobrevivencia y Expectativa de vida es porque en el caso de cría de parasitoides es necesario tener una población considerable de parasitoides dentro de la jaula de parasitismo (figura 3).

Los resultados obtenidos a partir de cuadros estadísticos de mortalidad, por efectos de utilidad y facilidades de presentación solamente se presentan tres aspectos, la proporción de individuos que sobreviven al inicio de cada intervalo (l_x), la proporción de individuos que mueren en ese mismo intervalo (q_x) y la expectativa de vida de los individuos que sobreviven en cada intervalo.

En la figura 3 (a), correspondiente al parasitoide *D. insulare* (a partir de una muestra de 50 individuos), en los primeros 15 días después de la emergencia (DDE), la proporción de sobrevivientes es de un 85.71%, teniendo una expectativa de vida de 7 días más, a medida que pasa el tiempo, las tasa de mortalidad aumenta , ya para los 21 DDE la cantidad de sobrevivientes es menor de 45%, con una expectativa de vida de 3 días, estos nos indica que los parasitoides tiene una gran capacidad de sobrevivencia entre los 15 y 20 DDE, después de este periodo no es recomendable ubicar grandes cantidades de larvas para ser parasitadas ya que la probabilidad de que sean parasitadas será menor. La expectativa general de vida de *D. insulare* fue de 18.24 días.

En el caso de *C. plutellae*, presentado en la figura 3(b), la expectativa general de vida es de 9.32 días (de una muestra de 113 individuos), a partir de los 13 DDE encontramos % de sobrevivientes de un 45.51 %, pero con muy pocas expectativa de vida, lo interesante es que para este parasitoide, la proporción de mortalidad (q_x), durante los primeros 15 días es muy suave y constante, esto provee una estabilidad en la población no posee una longevidad larga, pero si una estabilidad en sus población, esto permite tener una población suficiente durante los primeros 12 DDE para obtener % de parasitismo aceptables sin realizar un cambio de pie de cría.

Los resultados de los a partir de cuadro de vida de *M. plutellae* (de una muestra de 90 individuos)se presenta en la figura 1(c), presento una expectativa de vida de 10.73 días, en el periodo comprendido de 0-11 DDE, los porcentajes de sobrevivientes llegan aun 48.9%, luego de este momento los % de sobrevivientes no aseguran % de parasitismo satisfactorios ya que a los 13 DDE el % de sobrevivientes es de 17.8%, esto nos indica que para el caso de *M. plutellae* es recomendable el cambio de pie de cría a partir de los 12 DDE.

5.4 Incidencia de larvas de *P. xylostella*, bajo el efecto del insecticida microbiológico Dipel (*B. thuringiensis*) y resultados del liberaciones de *C. plutellae* y *M. plutellae* en el cultivo de repollo.

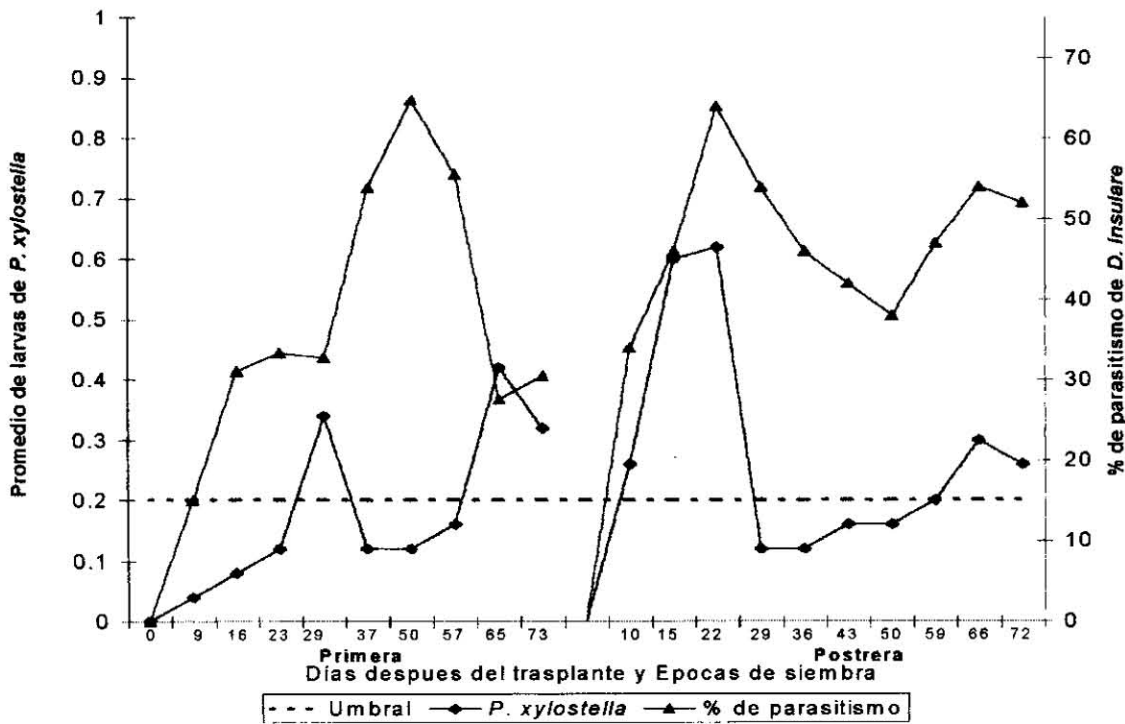


Figura 4. Incidencia de *P. xylostella* en promedios de 50 plantas y % de parasitismo de *D. insulare* a partir de recolecciones, registrado en la época de primera (Mayo-Julio) y postrera (Septiembre-Noviembre) de 1,998; Estelí.

En las épocas de siembra Primera y Postrera se logro un control bueno en el período crítico del cultivo (30 días después del trasplante al momento de la cosecha), sin embargo en ambas épocas los niveles de poblacionales de *P. xylostella* en la etapa de cosecha (65-80 ddt) sobrepasaron el umbral económico. Se realizaron de 5 aplicaciones de

producto DIPEL (*B. thuringiensis*), los promedios de porcentajes de parasitismo alcanzados por el parasitoide nativo (*D. insulare*) fueron 38.24% y 47.70% para la épocas de Primera y Postrera, logrando alcanzar % de parasitismo para cada una de estas épocas desde 15% - 64.71% y 34% - 64% respectivamente. En la gráfica se puede apreciar que durante la etapa critica la poblaciones sobrepasaron el umbral económico durante la etapa de llenado de cabeza que se presento a partir de los 65 DDT, o sea 25 DAC (Días Antes de la Cosecha), este fenómeno se registro para ambas épocas de siembra del cultivo, por el contrario próximo y durante este periodo se registran los mayores porcentajes de parasitismo, esto demuestra que gran parte de las larvas encontradas durante estos periodos se encuentran parasitadas por *D. insulare* y realmente no representan un peligro para el cultivo, esto se debe principalmente que para esta etapa la cabeza ya esta formada, el daño que puede ocasionar *P. xylostella* es de menor envergadura, no aseguramos que tenga menor importancia, pero el productor no están exigente con el Manejo como en etapas anteriores.

Araya, R. et al (1999). Realiza mención de reportes de niveles de parasitismo de *D. insulare* en distintas localidades en Costa Rica que van desde 7.6 % -16.0%, y en estación lluviosa estos llegan hasta 36% en cambio en la estación seca los % se reducen hasta 7.0%. Alam. M. M. (1992). Reporta % de parasitismo en Jamaica en tres localidades (Douglas Castle, Castle Kelly y Blue Montain) en el periodo de 1988 - 1990 encontrando rangos de 6.1% - 75.8%, 0% - 45.5% y 1.1% a 57.4%. ; Mueckenfus, A. E. et al (1992). Reporta que en la costa sur de Carolina los porcentajes de parasitismo alcanzan hasta un 90% con promedios de 41%.; en México, McCully, J. E. y Araiza, M. D. (1992). Menciona % de parasitismo de *D. insulare* en cultivos de Brócoli y Coliflor en los años de 1988, 1989 y 1990 promedios de 62.5%, 36.0% y 30.2%; y 56.7%, 30.9% y 32.3% respectivamente para cada cultivo en cada año.

Para el caso de Nicaragua, Pérez, H. (1999), reporta % de parasitismo desde 58% hasta 76%; Miranda, F. y Zamora. M. (1997). En parcelas tratadas con Dipel registran % de parasitismo de *D. insulare* de 63% hasta un 73%. (Delgado, O. 1998 en prensa), registra % de parasitismo en parcela tratada con Dipel entre los rangos de 0% hasta 61.9%, con un promedio de 31.52% para época de postrera de 1998. Los reportes de parasitismo pertenecen a la misma localidad y en el cultivo de repollo.



Figura 5. Incidencia de *P. xylostella* en promedios de 50 plantas y % de parasitismo de *D. insulare* a partir de recolecciones durante la época de riego (Diciembre 1998 hasta marzo de 1999 en el cultivo de repollo (Estelí).

Para el manejo de *P. xylostella* durante la época de riego, se realizaron 6 aplicaciones de *B. thuringiensis* (DIPEL) ya que para este época se puede observar que se presentan mayores poblaciones de *P. xylostella*, en este caso se logró un control pleno de las poblaciones de *P. xylostella* durante la etapa crítica del cultivo con el umbral establecido para esta época (fig. 5).

El incremento de las poblaciones de *P. xylostella* es menor durante la etapa de crecimiento vegetativo y se incrementa en las etapas posteriores. Y las poblaciones de *D. insulare* fluctúan en dependencia de la variación de las poblaciones de *P. xylostella*, esta afirmación coincide con Alam. M. M. (1992). Al incrementarse las poblaciones de *P. xylostella* en esta época se presentan porcentajes de parasitismo entre 22.8% - 73 % con un promedio de 44.86%.

B. thuringiensis (Dipel), fue suficiente para el manejo de *P. xylostella* en el cultivo de repollo, estos productos no tienen un efecto directo a la actividad de los enemigos naturales logrando complementar los efectos de prácticas de control integrado de plagas y la actividad de estos enemigos naturales Idris, A. B. y Grafius, E. (1993). Realizó un estudio del efecto de diferentes plaguicidas en el % de parasitismo en *P. xylostella* y reporta % de parasitismo mayores en parcelas tratadas con *B. thuringiensis* y sin aplicaciones (81.5% y 79.4% respectivamente), con al contrario de parcelas tratadas con insecticidas sintéticos donde se obtuvieron % de parasitismo menores de 7.8% - 13.3%.

P. xylostella es atacado por más de 90 parasitoides, desafortunadamente, muchos de estos, causan niveles de mortalidad muy bajo, y los parasitoides nativo frecuentemente son atacados por hyperparasitoides, los parasitoides de gran potencial para el control de *P. xylostella* han sido los del genero *Diadegma*, *Cotesia*; siendo *D. semiclausum*, *D. isulare* y *C. plutellae* los más promisorios para el Océano pacifico (Waterhouse, D. F. 1992).

En los resultados de la investigación no se logro comprobar el establecimiento de los parasitoides, pero en los porcentajes de emergencia se obtuvo en las cámaras de liberación, 85, 83, 79 y 95 %, por esta razón se asegura que el proceso de liberación no es una limitante en el establecimiento de los parasitoides.

Chávez, H. A. et al (1993). En experimentos realizados en localidades de Venezuela (Trinidad, Aranguez y Pasea), se realizaron liberaciones de *C. plutellae* y no encontró indicios de establecimiento de los parasitoides. Sin embargo Molina, J. (1999). En experimentos realizados en tres localidades de productoras de repollo en Nicaragua, realizó liberaciones los parasitoides *C. plutellae* y *M. plutellae*, y reporta establecimiento de estos en dos de las tres localidades (Sebaco³ y San José de las latas), ambas localidades pertenecen al departamento de Matagalpa, Nicaragua.

³ Las liberaciones fueron realizadas en Centro experimental del valle de Sébaco

VI. CONCLUSIONES.

La metodología utilizada para la cría masiva de los parasitoides *Diadegma insulare*, *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae*, garantiza cantidades suficientes de parasitoides, para la liberación y suministro de estos en programas de MIP para el control de *Plutella xylostella*.

La duración aproximada del ciclo biológico de *D. insulare*, *C. plutellae*, *M. plutellae* y *P. xylostella* en condiciones de laboratorio fue 35.9, 30.766, 31.085 y 39.75 días respectivamente.

Las condiciones ambientales, de cría de *D. insulare*, especialmente la temperatura, es determinante para su reproducción efectiva, la cual debe ser entre 20 °C - 22°C.

Los rangos de temperatura en que se desarrollo la reproducción de *C. plutellae* (24°C-28 °C) y *M. plutellae* (20°C - 24°C) son adecuadas para su multiplicación masiva.

La utilización de *Bacillus thuringiensis* es efectiva para el control de *P. xylostella* y compatible con *D. insulare*, no produce efectos secundarios a los enemigos naturales y al medio ambiente.

No se registro el establecimiento de los parasitoides *C. plutellae* y *M. plutellae*, esto se atribuye a factores de adaptabilidad de estos a la zona, ya que presenta temperatura muy bajas.

VII. RECOMENDACIONES.

Debería realizarse el cálculo de tablas de vida a cada uno de los parasitoides evaluados y su hospedero como un indicador mas exacto para la determinación de su potencial en cría masiva y su control de calidad.

Es necesario realizar la evaluación del uso racional de insecticidas de origen biológico o botánico, ya que los productores tienden a utilizarlos bajo los mismos principios de plaguicidas sintéticos.

Realizar más pruebas de liberaciones, para lograr el establecimiento de estos parasitoides exóticos, y de esta manera minimizar el uso de productos de origen sintético, y así crear un mosaico de prácticas que conlleven al manejo integrado de plagas claves como lo es *P. xylostella*.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

- ALAM, M. M. 1992. Diamondback moth and its natural enemies in Jamaica and some other Caribbean islands. In: Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceeding of the second International workshop. N. S. Talekar, Editor. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan (10-14 December 1990). p 233 - 243. Publication N° 92-368.
- ANDREWS, K. L.; SANCHEZ, R. J. and CAVE, R. D. 1992. Management of diamondback moth in central America. In: Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceeding of the second International workshop. N. S. Talekar, Editor. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan (10-14 December 1990). p 489 - 450. Publication N° 92-368.
- APPEL, J. 1990. Capacitación y/o extensión en el uso racional de plaguicida y sus alternativas. En : seminario - taller CSUCA / UNI, Managua, Nicaragua. p 57.
- ARAYA, M. M.; MONGE, L. A.; CARAZO, R. E. y CARTIN, L. V. M. 1999. Diagnostico del uso de insecticidas para el combate de *Plutella xylostella* en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. (Costa Rica) N° 52. p 49-61.
- ATTA, A. Y SIVAPRAGASAM, A. 1992. Biology and Ecology of Diamondback moth in Malasia. In: Training Manual on integrated Pest Management of Diamondback moth in cabbage in Malasia: Jusoh, M; Loke, W; Syed, A y Tyre; M. (Edits). Malaysia Agricultura Reseach and Development Institute. Kuala Lampar. Malasia. p 5.
- BARAHONA, L.; ZAMORA, M.; MIRANDA, F.; NARVAEZ, C.; VARELA, G. y GUHARAY, F. 1989. Problema Fitosanitario del repollo en Nicaragua. en simposio Fitosanitario de los cultivo principales. Instituto Superior de ciencia agrícola. Managua, Nicaragua. (Memoria)
- BRENES, J. Y MIRANDA, F. 1998. Cría y biología del parasitoide *Diadegma insulare* (Cresson) de *Plutella xylostella*, bajo condiciones de laboratorio. En: VII Congreso internacional de Manejo Integrado de plagas, VII Taller Latinoamericano de Moca Blanca y

geminivirus XXXVIII Reunión anual de la sociedad Americana de fitopatología división del caribe (APS-CD), (26 la 30 de octubre de 1998). Managua, Nicaragua. (Memoria). p. 96.

BUSTILLO, A. 1989. Utilización de agentes microbilógicos. En: Manejo Integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Keith Andrews, José Quezada (Edits). Escuela Agrícola Panamericana. El zamorano. Honduras. p 212-213.

CASTELO, M. Y. 1999. Biología reproductiva y análisis electroforético de *Diadegma insulare* y *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Departamento de protección vegetal. Escuela Agrícola Panamericana. El zamorano. Honduras. p 20.

CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plaga del cultivo de repollo. Turrialba. Costa Rica. p 80.

CAVE, R. 1995 (a). Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina. Escuela Agrícola Panamericana. El zamorano. Honduras. p 187.

CAVE, R. 1995 (b). Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. Honduras. p 202.

CHAVEZ, H. A.; DIAZ, F. A. and BRICEÑO, R. A. 1993. Introducción a Venezuela y Biología de *Cotesia pluetellae* (Kurdj.) (HYM.:BRACONIDAE), parasitoide de *Plutella xylostella* (L.) (LEP.:PLUTELLIDAE). Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. N° 29. p 24 - 27.

CHELLIAN, S. and SRINIVASAN, K. 1986. Bioecology and management of diamondback moth in India. In: Diamondback Moth management. Proceeding of the first International workshop. N. S. Talekar, Editor. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan (11-15 March 1985). p 63. Publication N° 86-248.

CHIU, S.C. and CHIEN, C.C. 1972. Observations on *Apanteles plutellae* kurdjumov, a larval parasite of Diamondback moth (*Plutella xylostella* Linnaeus.) In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth.

Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanahuan. Taiwan. p. 156. publication 85-229.

DE PAZ, G. R. 1991. Estudio del ciclo de vida de la palomilla del dorso de diamante (*Plutella xylostella*), durante un ciclo del cultivo de repollo comercial y bajo dos ambientes (campo y laboratorio). ICTA, Labor ovalle. Honduras.

GUAN, L. Y RANI, M. 1992. *Cotesia plutellae*: Importance, Biology and Mass Rearing. In: Training Manual on integrated Pest Management of Diamondback moth in cabbage in Malasia: Jusoh, M; Loke, W; Syed, A y Tyre; M. (Edits). Malaysia Agriculture Research and Development Institute. Kuala Lampar. Malasia. p 15 - 23.

HARCOURT, D. G. 1957. Biology of the Diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt) (Lepidoptera : plutellidae), in Eastern ontario. In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanahuan. Taiwan. p. 163. publication 85-229.

HASSANEI, M. H. 1958. Biological studies on the Diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt). (Lepidoptera: Plutellidae) In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Biblography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanahuan. Taiwan. p 86 publication 85-229.

HO, K. K. 1979. Studies on the effect of low temperature storange of *Apanteles plutellae*. In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanahuan. Taiwan. p. 85 publication 85-229.

HO, T. H. 1965. The life - history and control of the Diamondback moth in Malaya. In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanahuan. Taiwan. p. 87. publication 85-229.

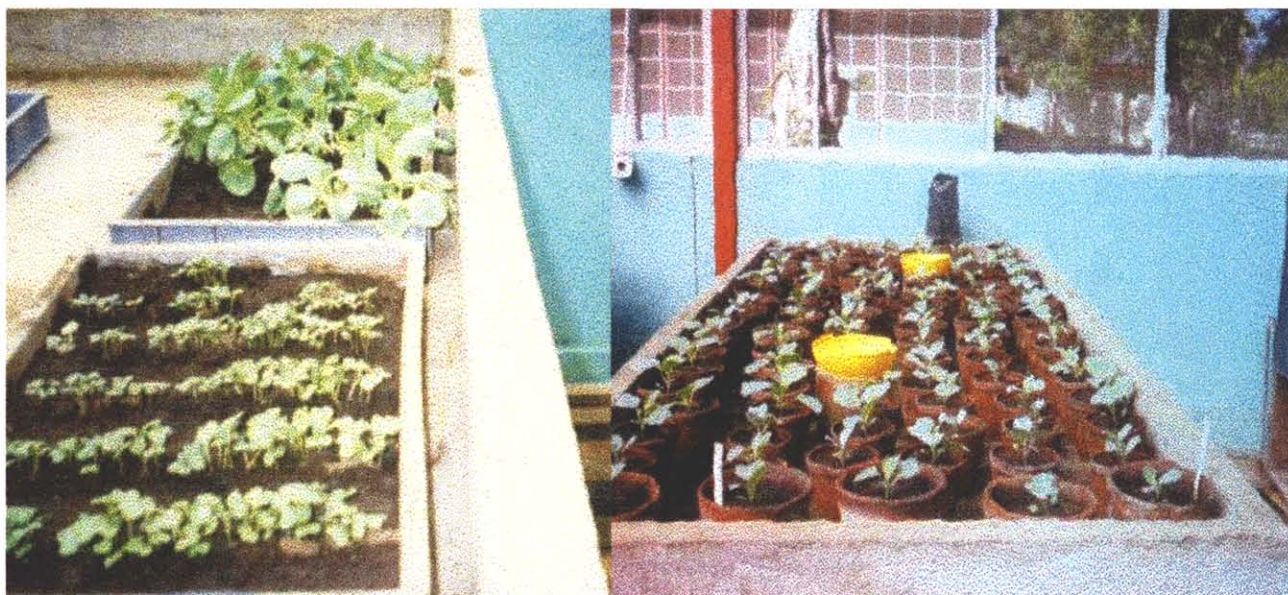
- HURSKA, A. J.; VANEGAS, H.N. y PEREZ, C. 1997. La resistencia de plagas agrícolas a insecticida en Nicaragua: Causa, situación actual y manejo. Proyecto de Cuantificación de resistencia en plagas agrícolas en Nicaragua. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. p 14. (publicación DPV N° 657).
- IDRIS, A. B. and GRAFIUS, E. 1993. Field studies on the effect of pesticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and parasitism by *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). In Agris 1995. International information System for Agricultural Sciences and Tecnology. AN: 94-099024
- KREBS, CH. J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Instituto ecológico de recursos animales, Universidad de Culumbia Británica. Editorial Mexicana.
- LIM, G.S. 1982. The biology and effects of parasites on the Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) PhD. Thesis. University of London. In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuan. Taiwan. p. 168-170. publication 85-229.
- MAGFOR. 1998. El Repollo nacional, el mas barato de Centroamérica. Agricultura y Desarrollo. (Nicaragua). N° 44. p20.
- MATUS, M.1999. Evaluación de tres distancia de siembra y dos dosis de fertilización en el desarrollo , rendimiento y rentabilidad del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.). El Tisey, Estelí. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. p 31.
- MCCULLY, J. E. and SALAS, M. D. 1992. Seasonal variation in populations of the principal insect causing contamination in processing brocculi and cauliflower in central Mexico. In: Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceeding of the second International workshop. N. S. Talekar, Editor. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan (10-14 December 1990). p 51 - 56. Plublication N° 92-368.

- MIRANDA, F; BRENES, J; PEREZ, H. 1999. Crianza y estudio de parasitoide para el control biológico de la palomilla del Repollo (*Plutella xylostella* L.). Universidad Nacional Agraria.
- MIRANDA, F.; BRENES, J. Y PEREZ, H. 1998. Reproducción de parasitoides *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae* de la palomilla del dorso de diamante (*Plutella xylostella*), durante la etapa de cuarentena. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- MIRANDA, F. 1992. Assessment of the effect of biological and botanical insecticides against *Plutella xylostella* in cabagge (*Brassica oleraceae* L.) in two regions of Nicaragua. M. Sc. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. p 33.
- MIRANDA, F. 1989. Estimación del daño económico de la palomilla de la col (*Plutella xylostella*) en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) var. Superette. Tesis Ing. Agrónomo. Instituto de ciencia agropecuaria. Managua, Nicaragua.
- MIRANDA, F. 1998. Mass rearing of diamondback moth and its parasites. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC), Shanhua, Tainan, Taiwan, ROC. 24 p.
- MIRANDA, F. y ZAMORA, M. 1997. Evaluación de los enemigos naturales de la palomilla del repollo (*Plutella xylostella* L.) y sus plantas hospederas en Tisey Estelí. Universidad Nacional Agraria. Managua Nicaragua.
- MOLINA, J. 1999. Liberación de los parasitoides *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae*, de la palomilla del dorso de diamante en campo Nicaragua. Informe 1998 - 1999. Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana (RECAHOR). San José C.R. p 173 - 177.
- MUCKENFUS, A. E.; SHEPARD, B. M. AND FERRER, E. R. 1992. Natural Mortality of diamondback moth in coastal south Carolina. In: Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceeding of the second International workshop. N. S. Talekar, Editor. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan (10-14 December 1990). p 27. Publication N° 92-368.

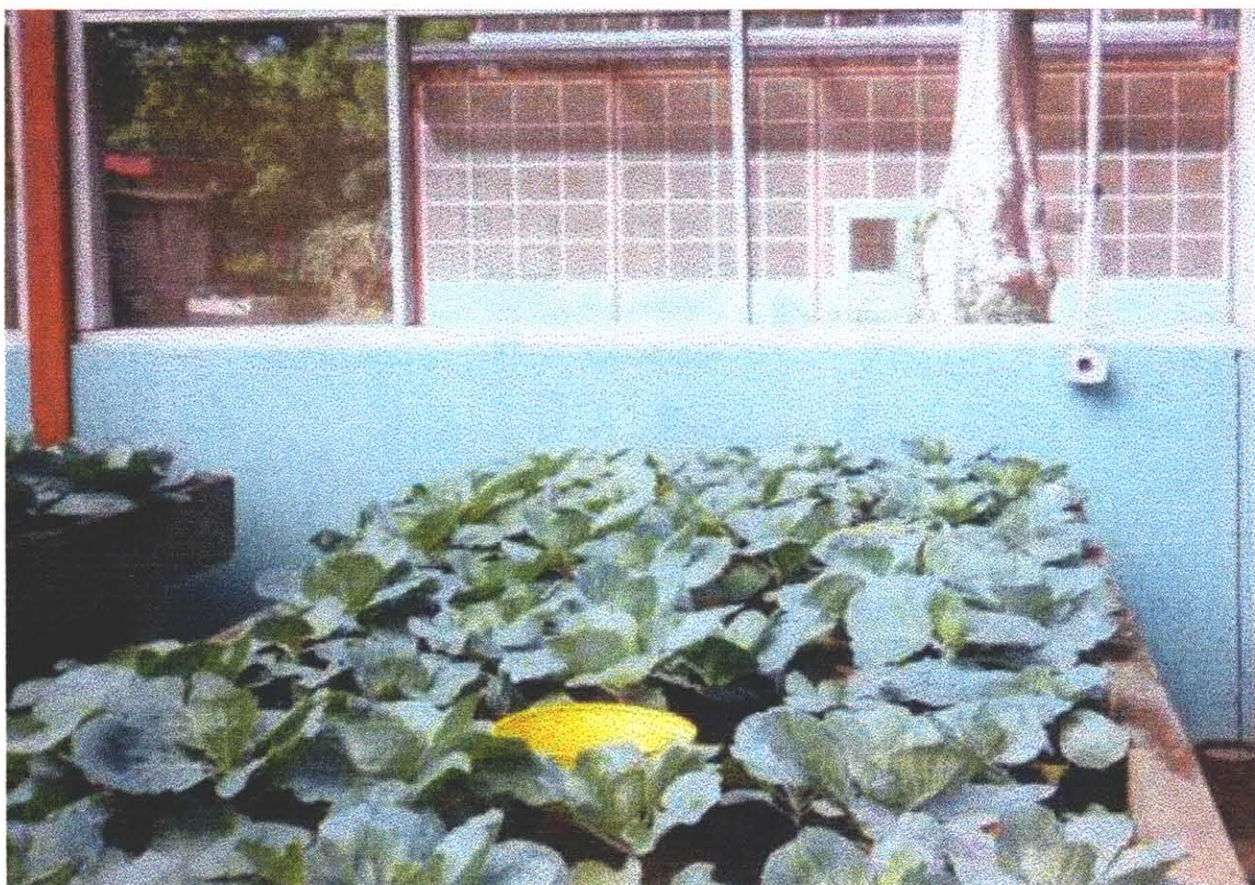
- ODUM, E. P. 1986. Fundamento de ecología. (Ed) Interamericana, México, D. F. México. p 218.
- OOI, P.A. C. and KELDERMAN, W. 1979. The biology of three common pest of cabbage in Cameron highlands, Malaysia, Malays. In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuan. Taiwan. p. 93. publication 85-229.
- PEREZ, H. 1999. Cría y Liberación del parasitoide *Diadegma insulare* (Cresson) de la Palomilla del repollo (*Plutella xylostella* L.) dentro del contexto MIP. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- PUTNAM, L. G. 1978. Diapause and cold hardiness in *Microplitis plutellae*, a parasite of the larvae of the diamondback moth. In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuan. Taiwan. p. 84 publication 85-229.
- QUEZADA, J. R. 1989. Utilización del control biológico clásico. En: Manejo Integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Keith Andrews, José Quezada (Edits).Escuela Agrícola Panamericana. El zamorano. Honduras. p 187.
- SAUNDER, J. L.; COTO, D Y KING, A. B. S. 1998. Plaga invertebrada de cultivos anuales alimenticio en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- SCHOLAEN, S. (ed). 1997. Manejo Integrado de Plaga en Hortaliza. Un manual para extensionistas. Tegucigalpa, Honduras. p 26-27
- TALEKAR, N. S. y MEI-YING LIN. 1998. Training manual on IPM of Diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Shanhua, Tainan, Taiwan. publication N° 98-472 p 66.
- TRABANINO, R . 1998. Guía para el manejo integrado de plaga invertebradas en Honduras. Escuela agrícola panamericana. El Zamorano, Honduras. p 85-86.

- VELASCO, L. R. I. 1982. The life history of *Apanteles plutellae* kurdj. (Braconidae) a parasitoid of the Diamondback moth. In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuau. Taiwan. p. 199. publication 85-229.
- WAN, M. T. K. 1970. The bionomics and control of the Diamondback moth *Plutella xylostella* L. (*P. maculepennis* Curt.) (Lep. Plutellidae) in Sarawak (Malaysian Borneo). In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuau. Taiwan. p. 102-103. publication 85-229.
- WARTERHAUSE, D. F. 1992. Biological control of Diamondback moth in the pacific. In: Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceeding of the second International workshop. N. S. Talekar, Editor. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan (10-14 December 1990). p 213 - 224. Publication N° 92-368.
- YADAV, P. R.; SACHAN, J. L. and YADAV, C. P. S. 1983. Effect of temperaturae on development of Diamondback moth *Plutella xylostella* L. In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuau. Taiwan. p. 104. publication 85-229.

Anexos



Anexo 3. Bandejas de semillero y trasplante de repollo en invernadero (UNA).



Anexo 4. Plantas de repollo en invernadero listas para los proceso de cría (UNA).



Anexo 5. Jaulas utilizadas en el proceso de cría masiva de parasitoides y *Plutella xylostella* (UNA /Laboratorio MIP-Hortalizas).



Anexo6. Jaula de parasitismo y planta de repollo infestada de larvas de *P. xylostella* al momento de ser retirada de la jaula de parasitismo(UNA /Laboratorio MIP-Hortalizas).



Anexo 7. Planta de repollo con pupas de *Cotesia plautellae* en listas para ser cosechadas (UNA /Laboratorio MIP-Hortalizas).



Anexo 8. Cosecha de pupas de *Microplitis plutellae* en el laboratorio, al momento de la etapa de pupa(UNA /Laboratorio MIP-Hortalizas).



Anexo 9. Realización de liberaciones de parasitoides de *C. plutellae* y *M. plutellae* en el cultivo de repollo en época de riego (El tisey, Estelí. 1999).



Anexo 10. Pupas de *M. plutellae* en cámara de liberación el cultivo de repollo en época de riego (El tisey, Estelí. 1999).



Anexo 11. Productores en capacitación sobre reconocimiento de enemigos naturales y conociendo resultados de las investigaciones realizadas en la comunidad (La Almaciguera, Estelí 1999).



Anexo 12. Cultivo de repollo tratado con *Bacillus thuringiensis* (El tisey, Estelí. 1999).

Diadegma insulare (Cresson) 1865

(Hymenoptera: Ichneumonidae: Campopleginae)

SINONIMOS:

Mesoleptus insularis Cresson 1865

Mesostenus insularis (Cresson) 1865

Horogaster insularis (Cresson) 1865

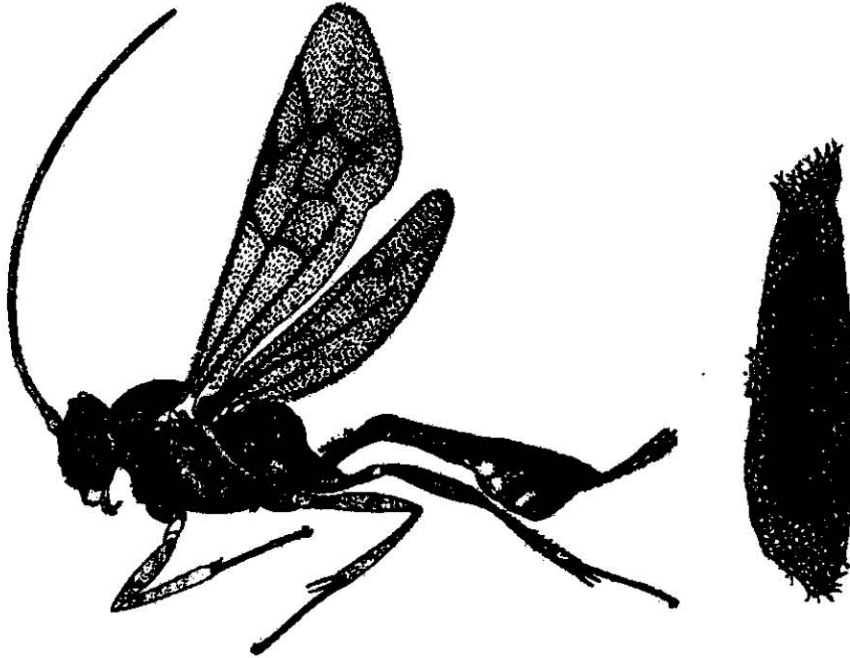
Liomeria polynesiensis Cameron 1883

Campoplex heliulus Viereck 1912

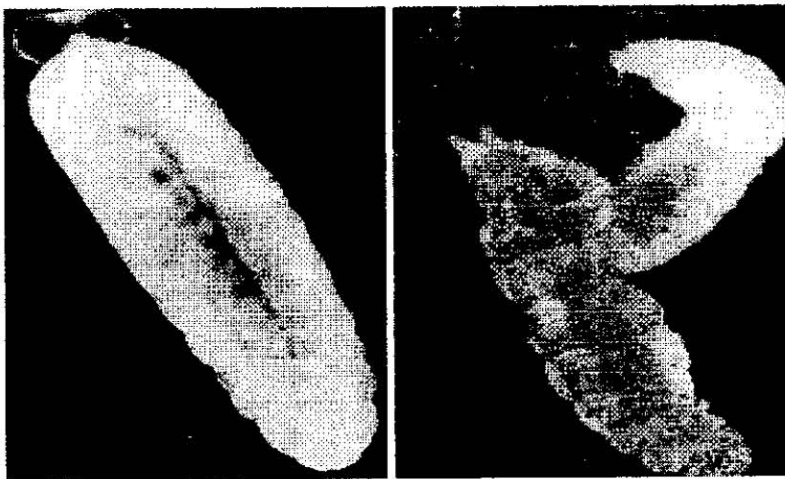
Angitia plutellae Viereck 1912

Campoplex pygmaeus Viereck 1925

Sagartia congregator Walley 1926



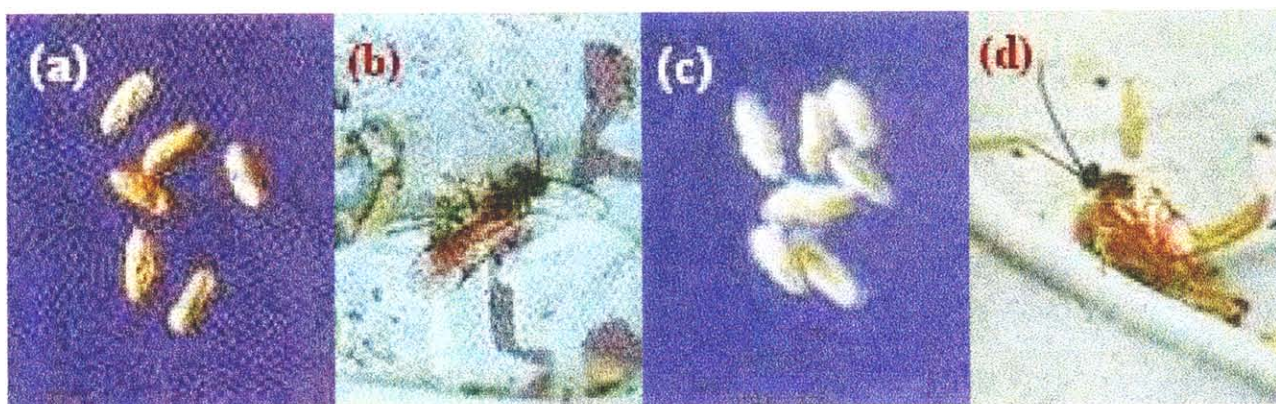
Anexo 13. Hembra de *D. insulare* (Cresson) y pupa del parasitoide dentro del capullo del hospedero (Cave, 1995^b).



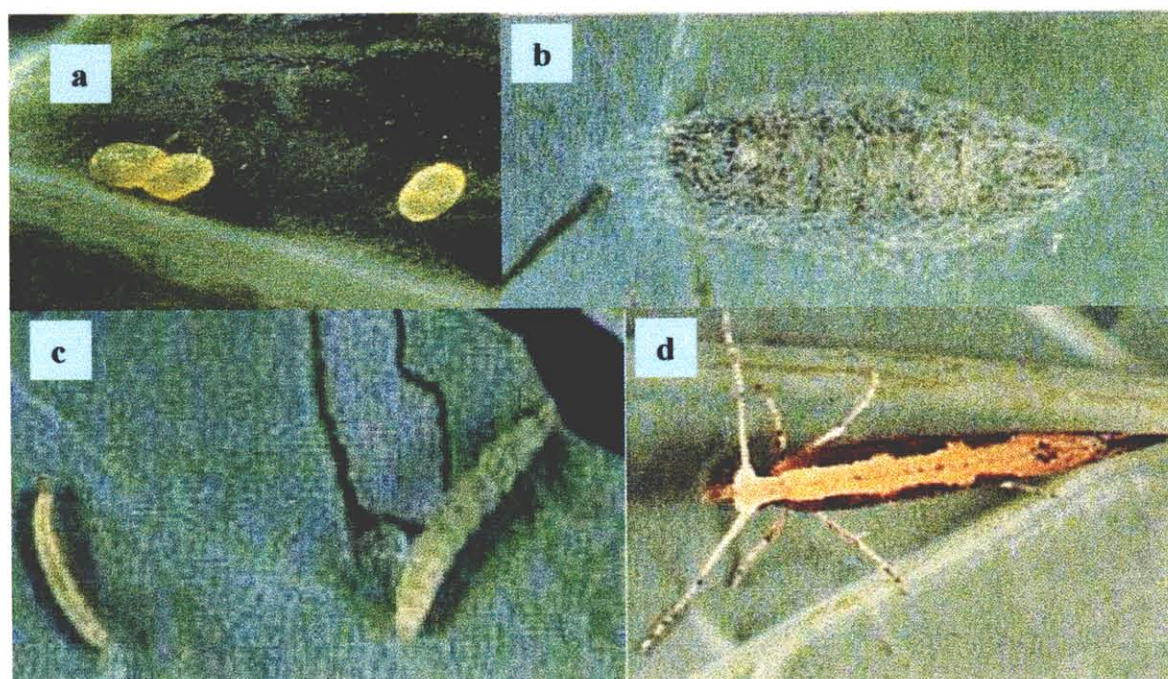
Anexo 14. Larva parasitoide de *C. plutellae* emergiendo de su hospedero (Guan, L. y Rani, M. 1992).



Anexo 15. Adulto de *C. plutellae* Kurdj. (a) Macho, (b) Hembra, el ovipositor se observa claramente (Guan, L. y Rani, M. 1992).



Anexo 16. Pupa (a), Adulto(b) de *M. plutellae* y Pupa (c), adulto (d) de *C. plutellae* (AVRDC 1997. Rearing of diamondback moth parasite).



Anexo 17. Etapas del ciclo de vida de *P. xylostella*: Huevo (a), Pupa (b), Larva (c) y adulto (d).